

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

6654 U.S. PTO
09/767910
01/24/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 8 年 7 月 2 8 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 2 1 2 6 3 9 号

出 願 人
Applicant (s):

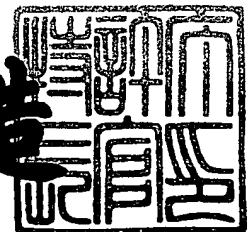
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 0 年 1 1 月 6 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 9 2 4 0 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 9803689

【提出日】 平成10年 7月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 浅野 直樹

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 富 国

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 黒木 恒

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 ギ ロページユ

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100092152

【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 毅巖

【電話番号】 0426-45-6644

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009874

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705176

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 製品を成形するための型の設計を行う型設計システムにおいて、

3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段と、

すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段と、

を有することを特徴とする型設計システム。

【請求項 2】 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ内のエッジの中で、エッジの midpoint と製品中心からの距離が最大となるエッジを最初のパーティングラインと決定することを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

【請求項 3】 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、その他の前記候補エッジと交差する場合には、交点の数に応じていずれかの前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

【請求項 4】 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、その他の前記候補エッジと 2 箇所以上の点で交差する場合には、ユーザへの選択要求を出力し、選択された前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項 3 記載の型設計システム。

【請求項 5】 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティング

ラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが複数存在する場合には、該当する前記候補エッジの他方の端点に接する他端接続エッジの中で、前記確定パーティングラインとの間の内角が最も大きい前記他端接続エッジを検出し、検出された前記他端接続エッジと前記確定パーティングラインとの間の前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

【請求項6】 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの間の内角が最大となる前記他端接続エッジが複数存在するためパーティングラインとすべき前記候補エッジを決定できない場合には、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジの中で最も長い前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項5記載の型設計システム。

【請求項7】 前記パーティングライン決定手段は、前記候補エッジの中で、型開き方向に平行な平行エッジが存在した場合、前記平行エッジの他方の端点に接する他端接続エッジと前記確定パーティングラインとの内角の最大値が、前記平行エッジと前記確定パーティングラインとの内角であるものとして取り扱うことを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

【請求項8】 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジの他方の端点にするエッジの中に、最初のパーティングライン以外の前記確定パーティングラインが存在した場合には、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジをパーティングラインとして決定せずに、パーティングラインの修正をユーザに対して促すことを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

【請求項9】 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、前記確定パーティングラインと交差した場合、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジをパーティングラインとして決定せずに、パーティングラインの修正をユーザに対して促すことを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

【請求項 10】 前記平面投影手段は、スライドコアの形状が確定している場合には、前記スライドコアのエッジを含む前記平面投影データを生成し、

前記パーティングライン決定手段は、前記スライドコアのエッジも含めてパーティングラインの決定処理を行うことを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

【請求項 11】 製品を成形するための型の設計を行う型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

3 次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段、

すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段、

としてコンピュータを機能させることを特徴とする型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は金型を設計するための型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関し、特に製品の 3 次元 CAD データに基づいて金型を設計する型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

プラスチックを成形する方法に、射出成形がある。射出成形では、射出成型用金型内に溶融した物質を一定量出射することでプラスチックを成形する。そして、金型から取り出されたプラスチックが製品（部品なども含む）となる。従って、プラスチック製品などを設計した際には、同時に、その製品を成形するための

金型を設計する必要がある。現在の製品の設計はC A D (Computer Aided Design) を用いて行うことがほとんどであるため、製品のC A Dデータに基づいて金型の設計も行われる。

【0003】

図34は、製品のC A Dデータの例を示す図である。これは、四角い器の3次元のC A Dデータで表された製品形状200である。この製品形状200は、複数のフェース201と呼ばれる面で構成されている。そして、フェースとフェースとの交線がエッジ202である。

【0004】

このような製品形状200ができあがったら、次に製品形状の空間を取り囲む金型を設計する。成形された製品を取り出す必要があることから、金型は少なくとも上下（Z軸方向）2つの部品から成る。上側の部品をキャビティ側部品といい、下側の部品をコア側部品という。そして、金型を設計する際には、まず、上下の部品の境界線となるパーティングラインを定める。基本的にパーティングラインは、製品形状の最外周となるエッジを基準に決定する。このパーティングラインの決定作業は、設計者自身が製品形状のエッジを指示することにより行う。図の例では、Z軸方向から見た場合に最外周となるエッジの集合がパーティングライン210となる。

【0005】

製品形状のパーティングラインが決定すれば、製品形状200のC A Dデータに基づいて金型の形状をコンピュータに計算させることができる。

図35は、金型の例を示す図である。図のように、コア側部品220には4角柱状の突起部が設けられており、キャビティ側部品230には四角い穴が設けられている。そして、コア側部品220の突起部の外周部分と、キャビティ側部品230の穴の縁の部分とが、それぞれパーティングライン221，231である。

【0006】

このように、製品形状200（図34に示す）の中からパーティングラインを指定することで、図35に示すような金型の形状を求めることができる。

ところで、金型は上下2つの部品のみで構成されるのが理想であるが、製品形状が複雑になればアンダーカット部分が存在することが避けられない。

【0007】

図36は、アンダーカット部分を有する製品の3次元CADデータの例を示す図である。この製品形状300は、図34に示した製品形状200の側面部分に孔310がつけられている。この孔310がアンダーカット部分である。このようなアンダーカット部分が存在すると、上下の2つの部品だけで金型を設計することはできない。そこで、スライドコアと呼ばれる部品を用いる。

【0008】

図37は、スライドコアを用いた金型の例を示す図である。図に示すように、アンダーカット部が存在する場合には、コア側部品320、キャビティ側部品330以外に、スライドコア340が設けられている。キャビティ側部品330には、スライドコア340をはめ込むための溝331が設けられている。そして、コア側部品320とキャビティ側部品330とを合致させ、キャビティ側部品330の溝331にスライドコア340をはめ込んだ状態で溶融した物資を注入し、固める。その後、コア側部品320とキャビティ側部品330とを上下方向に開き、スライドコア340を図中の矢印の方向に引き抜けば、成形された製品を取り出すことができる。

【0009】

このように、スライドコアを用いればアンダーカット部分があっても成形された製品を取り出すことができる。ただし、スライドコアを多用すると金型の部品点数が増加するとともに、製品の製造工程が煩雑となってしまう、生産性の悪化を招く。そこで、金型を設計する際には、できるだけアンダーカット部分が発生しないようにパーティングラインを決定している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、製品形状が複雑になると、ユーザが的確にパーティングラインを指定するのは非常に困難な作業となる。

【0011】

図38は、2次元で表示された製品形状を示す図である。これは、製品形状410をZ軸方向（金型開き方向）から見た場合の表示画面である。この画面では、製品形状の最外周を判別できるが、多くの場合、最外周には複数のエッジが存在している。従って、パーティングラインを指定するには、最外周に位置するエッジの中の1つを選択しなくてはならない。そこで、製品形状をX軸方向やY軸方向から見た場合の形状を画面に表示させる必要がある。

【0012】

図39は、図38の製品形状の右下部分をY軸方向から見た場合の矢視図である。この矢視図では、図38の画面では重なり合っていたエッジを区別することができる。ところが、この画面では、どのエッジが最外周であるのかを識別することができない。

【0013】

このように、2次元のCADデータで製品形状を表示した場合、ユーザが間違いなくパーティングラインを指定するのは困難である。

図40は、3次元で表示される製品形状を示す図である。このように3次元で製品形状420を表示すれば、製品を立体的に認識できる。そこで、パーティングラインを指定するために、製品形状420の角にあたる部分421を拡大する。

【0014】

図41は、図40の製品形状の一部拡大図である。このように拡大すれば、パーティングラインとすべきエッジを指定しやすくなる。しかし、この画面では、どのエッジが最外周であるのかを正確に判断するのは困難である。すなわち、最外周のエッジと、その他のエッジとの位置のずれ量が微妙な場合には、どのエッジが最外周であるのかを正確に識別することができない。

【0015】

従って、製品形状を3次元で表示しても、的確なパーティングラインをユーザが指定するのは困難である。

以上のことから、従来の型設計では、パーティングラインの指定ミスを誘発しやすいとともに、パーティングラインの指定は非常に時間のかかる作業であった

。しかも、最近のデザインの多様化および形状の複雑化に加え、モデルチェンジの頻繁化に伴って、金型設計の納期を短くすることが要求されている。このため、金型設計の工程の容易化及び迅速化を図り、金型設計を円滑に進める必要がある。

【0016】

本発明はこのような点に鑑みなされたものであり、的確なパーティングラインを迅速に決定することができる型設計システムを提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、的確なパーティングラインの決定をコンピュータに迅速に行わせることができる型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明では上記課題を解決するために、製品を成形するための型の設計を行う型設計システムにおいて、3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段と、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段と、を有することを特徴とする型設計システムが提供される。

【0018】

このような型設計システムによれば、3次元図形データで表現された製品形状のエッジが、平面投影手段によって、型の開き方向に垂直な平面に投影され、平面投影データが作成される。すると、パーティングライン決定部により、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジが順次パーティングラインとして決定され、製品形状を成形するための型のパーティングラインが決定される。

【0019】

また、上記課題を解決するために、製品を成形するための型の設計を行う型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段、としてコンピュータを機能させることを特徴とする型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

【0020】

このような型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された型設計プログラムをコンピュータに実行させれば、上記本発明に係る型設計システムに必要な機能がコンピュータ上に構築される。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の原理構成図である。まず、製品形状が3次元図形データ1で与えられている。3次元図形データ1は、フェースとエッジとによって製品形状を表現している。平面投影手段2は、3次元図形データ1で表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影することで、平面投影データ3を作成する。

【0022】

パーティングライン決定手段4は、平面投影データ3が作成されると、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジを順次パーティングラインとして決定していく。これにより、3次元図形データ1で表現された製品形状を形成するための型のパー

ティングライン 1 a が決定される。なお、確定パーティングラインと候補エッジとの間の内角は、それらが曲線の場合には、接点におけるそれぞれの接線同士の成す角度で定められる。

【0023】

このような型設計システムによってパーティングラインを決定すれば、予め決定されたパーティングラインに対して内角が最大となるエッジが順次パーティングラインとして決定されるため、3次元図形データ 1 を金型開き方向からみた場合の最外周のエッジがパーティングラインとして自動的に決定される。その結果、的確なパーティングラインを迅速に決定することができる。

【0024】

次に、本発明の型設計システムとしての機能を有するCADシステムのハードウェア構成について説明する。

図2は、本発明を実施するためのCADシステムのハードウェア構成図である。このCADシステムは、CPU (Central Processing Unit) 11を中心に構成されている。CPU 11は、メモリ 12に記憶されたプログラムに基づいてパーティングラインの決定や型設計の演算を行うとともに、バス 17を介して接続された各種機器を制御する。バス 17に接続された周辺機器は、次のようなものである。

【0025】

ディスプレイコントローラ 13は、CPU 11から送られてくる描画命令に従って表示画像を生成し、表示装置 21に送る。ディスプレイコントローラ 13に接続された表示装置 21は、ディスプレイコントローラ 13から送られた表示画像情報に従い、その画像を画面に表示する。

【0026】

入力機器インタフェース 14は、キーボード 22やマウス 23が接続されており、キーボード 22やマウス 23からの入力信号をCPU 11へ転送する。

ネットワークインタフェース 15は、LAN (Local Area Network) に接続されており、LAN を介したデータ通信を制御する。すなわち、CPU 11から送られたデータをLAN上の他の装置へ転送するとともに、LANを介して送られて

きたデータを受け取りCPU11に渡す。

【0027】

HDD(Hard Disk Drive) コントローラ16には、ハードディスク装置等の記憶装置24が接続されており、HDDコントローラ16が接続された記憶装置24へのデータの入出力を制御する。記憶装置24には、CPU11が実行すべきシステムプログラム、型設計プログラムを含むCADプログラム、及び3次元CADデータが格納されている。

【0028】

このようなシステムのCPU11にCADプログラムを実行させると、このコンピュータが本発明の型設計システムとしての機能を含むCADシステムとなる。この場合のCADシステムの処理機能を以下に示す。

【0029】

図3は、CADシステムの処理機能を示すブロック図である。CADシステム10の機能は、製品の3次元CADデータを作成する製品設計部10aと、製品の3次元CADデータに基づいて金型の3次元CADデータを作成する金型設計部10bとに大別される。また、金型設計部10bは、3次元のCADデータを平面上に投影する平面投影部10ba、平面に投影された形状を元にパーティングラインを求め出すパーティングライン決定部10bb、及び3次元のCADデータとパーティングラインのデータとから金型形状のCADデータを生成する金型形状算出部10bcとを含んでいる。

【0030】

設計者は、キーボード22やマウス23などの入力装置を使用して命令を入力することで、製品設計部10aの機能を用いて製品形状を設計する。設計された製品形状は、3次元CADデータとして記憶装置24に保存される。製品設計部10aにより生成された3次元CADデータは、複数のフェース要素で構成されている。そして、フェースとフェースの交線がエッジ要素となる。

【0031】

図4は、3次元CADデータの1面のデータ構造を示す図である。図中、外枠の細線で示した形状がフェース31であり、3次元空間における曲面若しくは平

面である。フェース 31 内の太線がエッジ 32 であり、3 次元空間における曲線若しくは直線である。このように、1 つの面を定義するためのデータは、1 つのフェースデータと、他のフェースとの境界となる 1 つ以上のエッジデータとから成る。境界となるエッジデータは、隣接する他のフェースデータと共有される。

【0032】

図 5 は、3 次元 CAD データのデータ間の関連を示す図である。フェースデータ 31 a と複数のエッジデータ 32 a ~ 32 d とにより、1 つの面のデータが構成されている。そして、隣接するフェースデータ 31 b との境界となるエッジデータ 32 d は、2 つのフェースデータ 31 a, 31 b が共有している。

【0033】

製品形状を示す 3 次元データが生成されたら、設計者は、入力装置を用いて金型形状の生成指令を金型設計部 10 b に入力する。すると、平面投影部 10 b a により 3 次元 CAD データのエッジが金型開き方向から平面に投影される。その結果、2 次元データが生成される。

【0034】

図 6 は、2 次元データのデータ構造を示す図である。2 次元データは、曲線データ 41 と、曲線の端点を示す点データ 42 とで構成される。このような 2 次元データは、パーティングライン決定部 10 b b に渡される。パーティングライン決定部 10 b b は、渡された 2 次元データを用いて、必要に応じてユーザの指示を仰ぎながらパーティングラインを決定する。パーティングラインは、2 次元データのエッジ要素の中から製品形状の最外周に基づき決定される。

【0035】

以下に、3 次元 CAD データから 2 次元データを求めたときの具体例を示す。

図 7 は、3 次元 CAD データの例を示す図である。図に示すように、実際の製品形状 50 を表す 3 次元 CAD データは、非常に多くのフェースとエッジとで構成される。図 7 の例では、Z 軸方向に金型が開くものとする。そこで、平面投影部 10 b a が、製品形状データを Z 軸に垂直な平面に投影し、2 次元データを生成する。

【0036】

図8は、平面に投影された製品形状データを示す図である。この図のように、3次元CADデータを2次元データ50aに変換することで、製品形状の最外周の検出が容易となる。なお、この際2次元データ50aのエッジと3次元データのエッジとを関連付けておく。

【0037】

生成された2次元データは、金型設計部10bにより、パーティングライン決定部10bbに渡される。そして、パーティングライン決定部10bbが、2次元形状の最外周を構成するエッジを、パーティングラインとして順次決定していく。それには、基本的な手順としては、まず、最外周にあると明らかなエッジを最初のパーティングラインをユーザが指定する。次に、確定したパーティングラインに隣接するエッジの中で、最外周にあると想定されるエッジを、パーティングラインとして順次決定していく。そして、決定したパーティングラインが最初に特定したパーティングラインに接していれば、パーティングラインの決定処理が終了する。

【0038】

ここで、複数の隣接エッジからパーティングラインを決定するための処理内容をさらに詳しく説明する。

図9は、パーティングライン端点において求められる接線を示す図である。この図は、製品形状を投影した2次元データの一部を拡大したものである。すでに確定しているパーティングライン51の端点P1では、2つの隣接エッジ52, 53が存在する。そこで、パーティングライン51の端点P1での接線51aを求めるとともに、隣接エッジ52, 53の端点P1での接線52a, 53aを求める。なお、ここでいうエッジ端点での接線とは、端点に設定した定点Pとエッジ上の動点Qを通る直線を考え、動点Qがエッジの曲線に沿って定点Pに限りなく近づく時、直線PQが限りなく或る直線Lに近づいた場合の、その直線Lをいう。

【0039】

ここで、パーティングライン51の接線51aと隣接エッジの接線52a, 53aとから求まる内角を比較することにより、2つの隣接エッジ52, 53のど

ちらをパーティングラインとすべきかが確定する。

【0040】

図10は、内角の比較方法について説明する図である。まず、パーティングライン51の接線51aに重なる半直線として、接点P1からパーティングラインが存在する方向へ延びる半直線51bを考える。一方、隣接エッジ52、53の接線52a、53aに重なる半直線として、接点P1から隣接エッジが存在する方向へ延びる半直線52b、53bを考える。そして、半直線51bと半直線52b、53bとの成す角度を測る。このとき、パーティングラインとなるエッジの検出を、製品形状の最外周を時計回りに行っているのであれば、半直線51bから半直線52b、53bまでの反時計回りの角度が内角となる。逆に、パーティングラインとなるエッジの検出を、製品形状の最外周を反時計回りに行っているのであれば、半直線51bから半直線52b、53bまでの時計回りの角度が内角となる。

【0041】

図の例では、パーティングラインとなるエッジの検出を、製品形状の最外周を時計回りに行っている。そのため、図中の半直線51bの上側に製品が存在する。従って、半直線51bから反時計回りに、他の半直線52b、53bまでの角度（内角）を測る。その結果、半直線52bの方が、角度が大きいことが分かる。従って、この例では半直線52bに対応する隣接エッジ52がパーティングラインとして特定される。

【0042】

製品形状の最外周を1周するパーティングラインが決定したら、パーティングラインを構成するエッジデータの集合と3次元CADデータとが、金型形状算出部10bcに渡される。金型形状算出部10bcは、3次元CADデータとパーティングラインに関するデータとに基づいて、製品を成形するための金型の3次元CADデータを生成する。生成された金型形状の3次元CADデータは、記憶装置24に保存される。

【0043】

以上のようにして、製品を成形するための金型が設計される。

次に、パーティングラインを決定するための処理手順の詳細を説明する。

図 11 は、パーティングライン決定処理の流れを示すフローチャートである。
以下の処理を、ステップ番号に沿って説明する。

〔S 1〕 金型設計部 10 b は、ユーザに対して、パーティングラインを求める製品形状データを指定させる。

〔S 2〕 金型設計部 10 b は、ユーザに対して、パーティングラインの算出起点となるエッジを指定させる。

〔S 3〕 金型設計部 10 b は、ユーザによって指定されたエッジを、最初のパーティングラインとして記憶する。これは、後の処理に利用するためである。

〔S 4〕 金型設計部 10 b は、ステップ S 1 で指定された 3 次元 CAD データを平面投影部 10 b a に渡す。すると、平面投影部 10 b a が、製品のエッジを金型抜き方向に垂直な平面に投影する。これにより生成された投影図のデータは、パーティングライン決定部 10 b b に渡される。

〔S 5〕 パーティングライン決定部 10 b b は、最初のパーティングラインの投影エッジの一方の端点を選択し、選択した端点に隣接する別の隣接エッジを検出する。

〔S 6〕 パーティングライン決定部 10 b b は、ステップ S 3 及びステップ S 13 で記憶されたパーティングラインの隣接エッジの端点における接線を算出する。接線を算出する端点は、最初のパーティングラインしか記憶されていない段階ではステップ S 5 で選択された端点であり、ステップ S 13 において隣接エッジが記憶された後であれば、記憶された隣接エッジの他方（パーティングラインに接続されていないほう）の端点である。

〔S 7〕 パーティングライン決定部 10 b b は、全ての隣接エッジのパーティングラインに接する側の端点における接線を算出する。

〔S 8〕 パーティングライン決定部 10 b b は、パーティングラインの接線と全ての隣接エッジとの内角を算出する。

〔S 9〕 パーティングライン決定部 10 b b は、内角の比較を行っていない隣接エッジの 1 つを選択する。

〔S 10〕 パーティングライン決定部 10 b b は、すでに記憶されている内角の

最大値（初期値は「0」）と、ステップS9で選択された隣接エッジの内角とを比較する。ここで、ステップS9で選択した隣接エッジの内角が、記憶された最大値以上であればステップS11に進む。そうでなければステップS12に進む。

〔S11〕パーティングライン決定部10bbは、ステップS9で選択された隣接エッジの内角を、内角の最大値として記憶する。

〔S12〕パーティングライン決定部10bbは、全ての隣接エッジを比較したか否かを判断する。全ての隣接エッジの比較が終了していればステップS13に進み、そうでなければステップS9に進む。

〔S13〕パーティングライン決定部10bbは、ステップS9～S12の処理により、内角が最大となった隣接エッジをパーティングラインとして記憶する。

〔S14〕パーティングライン決定部10bbは、次のパーティングラインを算出するために、ステップS13で確定したパーティングラインに隣接するエッジを算出する。

〔S15〕パーティングライン決定部10bbは、隣接するエッジにステップS3で記憶した最初のパーティングラインであるエッジが存在しているかどうかを判断する。パーティングラインは製品の最外周で、かつ1つのループを形成するものである。よって、このステップS15で最初のパーティングラインであるエッジが存在すると、全てのパーティングラインは確定した（ループが完成した）として、パーティングライン決定の処理を終わらせる。隣接エッジとして最初のパーティングラインが存在していないのであれば、全てのパーティングラインは確定していないためステップS6に進み、さらに次のパーティングラインの決定処理を続行する。

【0044】

以上のような処理を行うことにより、金型を作成するためのパーティングラインを自動的に求め出すことができる。これにより、型の設計作業の効率化が実現でき、ミスの低減も図ることができる。

【0045】

以下、上記のCADシステムを用いた本発明の応用例について説明する。

まず、第1の応用例について説明する。第1の応用例は、最初のパーティングラインを金型設計部10bが自動的に選択するものである。この例では、製品の中心点から各エッジの中点までの距離を求め、その距離が最も離れているエッジを起点とする。パーティングラインは製品の最外周となるため、製品中心から一番離れている中点を持つエッジをパーティングラインとすることができる。

【0046】

図12は、最初のパーティングラインの決定方法を示す図である。まず、製品形状の重心を求める。重心の位置を製品の中心P3と定める。そして、各エッジの中点P4を求め、中心P3からの距離dを計算する。そして、距離dが最大となったエッジを、最初のパーティングラインとする。このような処理を行う際のパーティングライン決定部10bbの処理内容を以下に示す。

【0047】

図13は、最初のパーティングラインを算出する処理のフローチャートである。この処理は、全てパーティングライン決定部10bbが行う処理である。なお、この例では、最大距離となる製品エッジが複数存在した場合には、最初のパーティングラインとすべきエッジをユーザに指定させるようにしている。

[S21] 製品の中心点を算出する。

[S22] 製品のエッジを1つ選択する。

[S23] 選択したエッジの中点を算出する。

[S24] 製品中心点から選択したエッジの中点までの距離を算出する。

[S25] 算出した距離が、記憶されている距離の最大値（初期値は「0」）以上であるか否かを判断する。最大値以上であればステップS26に進み、最大値未満であればステップS27に進む。

[S26] ステップS24で求められた距離を、距離の最大値として記憶する。

[S27] 全てのエッジを比較したか否かを判断する。全てのエッジの比較が終了していればステップS28に進み、そうでなければステップS22に進む。

[S28] 最大距離であるエッジが複数あるか否かを判断する。複数ある場合にはステップS30に進み、そうでない場合にはステップS29に進む。

[S29] 距離が最大となるエッジを最初のパーティングラインとして選択する

。 [S30] 距離が最大となるエッジをユーザに示し、最初のパーティングラインとすべきエッジの指定を受け付ける。このとき、距離が最大となるエッジ以外をユーザが指定してもよい。

[S31] ユーザによって選択されたエッジを、最初のパーティングラインとして選択する。

【0048】

以上のような処理を行うことにより、最初のパーティングラインを自動的に決定することができる。その結果、ユーザが指示すべき内容が削減され、ユーザにかかる負担が軽減されるとともに、ミスの低減を図ることができる。

【0049】

次に、第2の応用例について説明する。第2の応用例は、パーティングラインに隣接するエッジが複数有り、それらが交差していた場合のパーティングラインの決定方法を定めたものである。

【0050】

図14は、隣接エッジに交点がある場合の状況を示す図である。パーティングライン71の端点P5において、2つの隣接エッジ72、73が存在している。この例では、パーティングラインとすべきエッジの検索を、製品形状の最外周を時計回りに行っているものとする。つまり、図中の上側に製品が存在している。すると、端点P5においては、隣接エッジ73の方が隣接エッジ72よりも内角が大きい。ところが、隣接エッジ73は、製品の内側に向かって弧を描き、交点P6において隣接エッジ72と交差している。この場合、各隣接エッジ72、73の他方の端点（パーティングラインと接している端点の逆側の端点）の位置を比較した場合、内角が最大の隣接エッジ73と交差する別の隣接エッジ72の方が最外周となるはずである。パーティングラインとして決定した隣接エッジの他方の端点からさらに次のパーティングラインを決定する必要があるため、他方の端点が最外周となる隣接エッジ72の方が、パーティングラインとして好ましい。

【0051】

また、交点が2つ以上存在する場合もある。

図15は、複数の交点がある場合の状況を示す図である。この例では、図14と同様にパーティングラインとすべきエッジの検索を、製品形状の最外周を時計回りに行っているものとする。この図では、パーティングライン74の端点P7には2つの隣接エッジ75、76が存在しており、それらの隣接エッジ75、76は複数の交点P8、P9において交差している。この場合、原則としては、交点の数が偶数であれば、内角が最大となる隣接エッジをパーティングラインとし、交点の数が奇数であれば、内角が最大となる隣接エッジに交差する別の隣接エッジをパーティングラインとする。ただし、交点が多数に及ぶ場合には、パーティングラインを自動で決定するのは困難である。

【0052】

図16は、多数の交点がある場合の3次元形状を示す図である。この図では、パーティングライン74aに2つの隣接エッジ75a、76aがあり、一方の隣接エッジ75aは直線、他方の隣接エッジ76aは波形の曲線である。なお、隣接エッジ76aはZ軸に垂直な平面上にあるものとする。また、隣接エッジ75aをZ軸に垂直な平面に投影した場合の投影エッジ75aaを、図中に点線で示している。

【0053】

ここで、直線の隣接エッジ75aをパーティングラインとして決定すれば、エッジの中央付近の領域82において、アンダーカットとなってしまう。また、波形の隣接エッジ76aをパーティングラインとして決定すれば、エッジの両端付近の領域81、83においてアンダーカットが発生してしまう。

【0054】

このように、隣接エッジが複数回交差する場合には、どちらのエッジをパーティングラインとしてもアンダーカットとなり、自動で判断させることは難しい。そこで、第2の応用例では、隣接エッジが複数回交差する場合には、ユーザにパーティングラインを指定させることとする。

【0055】

また、複数回交差する隣接エッジの他方の端点の位置を比較した場合に、どち

らが最外周になるか、交点の数から予想することができる。そこで、隣接エッジの他方の端点の位置が最外周となると予想される隣接エッジを、ユーザが選択する際の優先候補として提示することで、ユーザが容易に選択できるようにする。

【0056】

図17は、交点が複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図11のステップS13に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部10bbが行う。

〔S41〕内角が最大の隣接エッジとその他の隣接エッジに交点が存在するか否かを判断する。交点が存在した場合にはステップS42に進み、交点が存在しない場合にはステップS49に進む。

〔S42〕内角が最大のエッジと1つの隣接エッジとの交点が2つ以上存在するか否かを判断する。2つ以上の交点が存在すればステップS44に進み、交点が1つだけであればステップS43に進む。

〔S43〕交点が1つの場合、内角が最大のエッジと交差する隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14へ進む。

〔S44〕交点の数が偶数か否かを判断する。偶数であればステップS46に進み、奇数であればステップS45に進む。

〔S45〕交点があったエッジを優先候補として設定し、ステップS47に進む。

〔S46〕内角が最大のエッジを優先候補として設定する。

〔S47〕ユーザに対して、内角が最大のエッジとそのエッジに交差するエッジとを提示するとともに、どちらが優先候補であるかを示し、ユーザによるパーティングラインの指定を受け付ける。

〔S48〕ユーザにより指定されたエッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14へ進む。

〔S49〕内角が最大のエッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14に進む。

【0057】

このような処理により、パーティングライン自動算出精度が向上する。すなわ

ち、交点の数に応じてパーティングラインとすべきエッジを変更することができる。その結果、パーティングラインの自動算出精度を増すことができ、型設計者がパーティングラインを修正する個所を減らすことができる。これにより、型設計作業時間の効率化を図ることができる。

【0058】

次に、第3の応用例について説明する。これは、パーティングラインの端点に隣接するエッジの中で内角が最大となるエッジが複数存在した場合、どのエッジがパーティングラインとすべきかを検出するための処理を追加したものである。

【0059】

図18は、隣接エッジの内角が等しくなった場合の状況を説明する図である。この図では、パーティングライン91に2つの隣接エッジ92、93があり、一方の隣接エッジ92はZ軸に垂直な平面に対して一定の傾きを持った曲線であり、他方の隣接エッジ93はZ軸に垂直な平面上の曲線である。この2つの隣接エッジ92、93は、パーティングライン91に対して同じ内角で接している。このような場合、隣接エッジ92、93だけを比較してもどちらをパーティングラインとすべきかの判断は困難である。そこで、第3の応用例では、隣接エッジ92、93の他方の端点に隣接するエッジ94、95を比較する。そして、それらのエッジ94、95の接線とパーティングラインの接線との内角を算出し比較し、その時の内角が最大となる隣接エッジ92、93をパーティングラインとする。

【0060】

図18の例では、隣接エッジ92の次のエッジ94をZ軸に垂直な平面に投影した場合の投影エッジ94aを点線で示している。この投影エッジ94aとエッジ95とを比べると、エッジ95の接線の方がパーティングライン91の接線との間の内角が大きいことが分かる。従って、隣接エッジ93がパーティングラインとして決定される。

【0061】

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図19は、内角が最大となる隣接エッジが複数存在した場合の処理手順を示す

フローチャートである。この処理は、図 11 のステップ S 13 に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部 10bb が行う。

〔S 51〕内角が最大となる隣接エッジが複数存在するかどうかを判断する。複数存在した場合にはステップ S 52 に進み、そうでない場合はステップ S 60 に進む。

〔S 52〕内角が最大となる隣接エッジが複数存在する場合、そのエッジのもう一方の端点に隣接するエッジを検出する。

〔S 53〕ステップ S 52 で検出されたエッジの接線を算出する。

〔S 54〕ステップ S 52 で検出されたエッジの接線とパーティングラインの接線との内角の角度を算出する。

〔S 55〕ステップ S 52 で検出されたエッジを 1 つ選択する。

〔S 56〕ステップ S 55 で選択したエッジに関してステップ S 54 で算出された内角が、すでに記憶されている値（初期値は「0」）以上か否かを判断する。記憶されている値以上の内角であればステップ S 57 に進み、そうでなければステップ S 58 に進む。

〔S 57〕ステップ S 55 で選択したエッジを、そのエッジの内角の値とともに記憶する。

〔S 58〕ステップ S 52 で検出された全てのエッジに関して、内角の比較処理を行ったか否かを判断する。全てのエッジに関して比較が終了していればステップ S 59 に進み、そうでなければステップ S 55 に進む。

〔S 59〕内角が最大のエッジとその前の隣接エッジとを、パーティングラインとして決定し、図 11 のステップ S 14 の処理へ進む。

〔S 60〕内角が最大となる隣接エッジが 1 つだけである場合には、内角が最大となる隣接エッジをパーティングラインとして決定し、図 11 のステップ S 14 の処理へ進む。

【0062】

このような処理により、パーティングラインの自動算出精度をさらに向上させることができる。

次に、第4の応用例について説明する。第4の応用例は、内角が最大なる隣接エッジが複数存在し、その隣接エッジの次のエッジの内角を比較した場合においても最大の内角となるエッジが複数存在したときの処理を定めたものである。このような場合、第4の応用例では隣接エッジの長さを比較し、長さが長い方の隣接エッジをパーティングラインとして決定する。

【0063】

図20は、隣接エッジの長さの比較状況を示す図である。図において、パーティングライン101の端点における隣接エッジ102、103をZ軸に垂直な平面に投影した場合、それらは重なり合っている。すなわち、2つの隣接エッジ102、103の接線は、パーティングライン101の接線との間の内角が同じである。しかも、隣接エッジ102、103のそれぞれに関する次のエッジ104、105は、隣接エッジ102、103に対して同じ角度で接している。この場合、2つの隣接エッジ102、103の長さを比較し、長い方をパーティングラインとする。図の例では、隣接エッジ103とその次のエッジ105がパーティングラインとなる。

【0064】

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図21は、隣接エッジの長さを比較する場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図19のステップS59に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部10bbが行う。

【S71】図19のステップS56での比較の結果、隣接エッジの次のエッジに関して内角が最大となるエッジが複数存在するかどうかを判断する。複数存在したらステップS72に進み、そうでなければステップS81に進む。

【S72】内角が最大となっている隣接エッジの長さを算出する。

【S73】内角が最大となっている隣接エッジを1つ選択する。

【S74】ステップS73で選択した隣接エッジの長さが、すでに記憶されている長さ（初期値は「0」）以上であるか否かを判断する。記憶されている長さ以上であればステップS75に進み、そうでなければステップS76に進む。

【S75】ステップS73で選択した隣接エッジの長さを、最大の長さとして記

憶する。

〔S76〕内角が最大となっている全ての隣接エッジについて長さを比較したか否かを判断する。全ての隣接エッジについて比較が終了していればステップS77に進み、そうでなければステップS73に進む。

〔S77〕長さが最大となった隣接エッジが複数存在するか否かを判断する。複数存在すればステップS79に進み、そうでなければステップS78に進む。

〔S78〕長さが最大の隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

〔S79〕ユーザによるパーティングラインとすべきエッジの指定を受け付ける。

〔S80〕指定されたエッジをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

〔S81〕図19のステップS56での比較の結果、内角が最大となるエッジが1つだけであれば、内角が最大のエッジと、その前の隣接エッジとをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

【0065】

以上の処理では、長さが最大となるエッジが複数残った場合、パーティングラインをユーザに指定させている。これは、このような状況の場合、パーティングラインを自動決定する精度が下がるためである。

【0066】

図22は、ユーザ指定が必要なパーティングラインの例を示す図である。図22の製品形状110の側面は、全て金型開き方向（Z軸方向）に平行となっている。このような製品形状110のパーティングラインを算出した場合、パーティングライン111とパーティングライン112との2通りの解が求められる。アンダーカットを発生させないことのみを考えれば、どちらをパーティングラインとしてもよい。ただし、最適なパーティングラインを決定するには、製品を成形した際のバリの発生箇所など様々な要因を考慮する必要がある。そこで、2つのパーティングライン111、112が求められた場合には、そのどちらが正しいかをユーザに判断させた方が的確な判断ができる。そのため、上記の例では、ス

ステップ S 7 9 においてユーザによる指定を受け付けているのである。

【0067】

次に、第 5 の応用例について説明する。第 5 の応用例は、隣接エッジとして金型開き方向に平行なエッジが存在した場合の取り扱いを定めたものである。隣接エッジの中に、型開き方向に平行なエッジが存在した場合、平面に投影した図形において内角の角度を求めることができない。そのため、第 5 の応用例では、金型開き方向に平行な隣接エッジのもう一方の端点に隣接する次のエッジを、他の隣接エッジと同様に内角の比較による判断処理をすることにより、パーティングラインを算出する。

【0068】

図 2 3 は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在する場合の例を示す図である。この例では、パーティングライン 1 2 1 に対して 2 つの隣接エッジ 1 2 2, 1 2 3 が存在している。このうち、隣接エッジ 1 2 2 は、Z 軸に平行なエッジである。従って、Z 軸に垂直な 2 次元平面に投影した場合、隣接エッジ 1 2 2 は単なる点となってしまう、パーティングライン 1 2 1 との間の内角を求めることはできない。

【0069】

このような場合には、隣接エッジ 1 2 2 のもう一方の端点に隣接する次のエッジ 1 2 4 を検出し、このエッジ 1 2 4 とパーティングライン 1 2 1 との間の内角を求める。エッジ 1 2 4 を 2 次元平面に投影した際の投影エッジ 1 2 4 a は、隣接エッジ 1 2 3 よりも外側にある。すなわち、エッジ 1 2 4 の方が隣接エッジ 1 2 3 よりも内角が大きい。この場合には、隣接エッジ 1 2 2 とその次のエッジ 1 2 4 とをパーティングラインとする。

【0070】

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図 2 4 は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 1 1 のステップ S 1 3 に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部 1 0 b b が行う。

〔S 9 1〕隣接エッジの中で、金型開き方向に平行なエッジ（以下、「平行エッジ」という）が存在しているかどうかを判断する。平行エッジが存在した場合にはステップ S 9 2 に進み、存在しなかった場合にはステップ S 9 9 に進む。

〔S 9 2〕平行エッジのもう一方の端点に隣接するエッジを検出する。

〔S 9 3〕ステップ S 9 2 で検出された全てのエッジとパーティングラインとの内角を算出する。

〔S 9 4〕ステップ S 9 2 で検出されたエッジを 1 つ選択する。

〔S 9 5〕選択されたエッジとパーティングラインとの内角が、図 1 1 のステップ S 1 1 で記憶された内角の値以上か否かを判断する。記憶された内角の値以上であればステップ S 9 6 に進み、そうでなければステップ S 9 7 に進む。

〔S 9 6〕ステップ S 9 4 で選択されたエッジとパーティングラインとの間の内角を、内角の最大値として記憶する。

〔S 9 7〕ステップ S 9 2 で検出したエッジの全てに関して、内角の比較を行ったか否かを判断する。全てのエッジの比較が終了していればステップ S 9 8 に進み、そうでなければステップ S 9 4 に進む。

〔S 9 8〕内角が最大となったのが平行エッジの次のエッジか否かを判断する。平行エッジの次のエッジの内角が最大であればステップ S 1 0 0 に進み、そうでなければステップ S 9 9 に進む。

〔S 9 9〕内角が最大となる隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、図 1 1 のステップ S 1 4 の処理に進む。

〔S 1 0 0〕内角が最大となるエッジと、その前の平行エッジとをパーティングラインとして記憶し、図 1 1 のステップ S 1 4 の処理に進む。

〔0 0 7 1〕

このようにして、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在しても、適切なパーティングラインを定めることができる。

次に、第 6 の応用例について説明する。第 6 の応用例は、パーティングラインの自動算出に失敗した場合の処理を定めたものである。すなわち、前述のような処理を用いても、パーティングライン自動算出の処理が失敗する場合がある。これを早い段階で回避するために、自動決定を中断する処理が必要である。自動算

出のエラーチェックのひとつに、隣接エッジの中に最初のパーティングライン以外のパーティングラインが存在するかどうかを検出する方法がある。

【0072】

図25は、最初のパーティング以外のパーティングラインに接続した場合の例を示す図である。この図では、最初のパーティングライン131からパーティングライン132～138の順で、各パーティングラインが確定した場合を想定している。ここで、パーティングライン138に接するエッジから選ばれたパーティングライン139が最初のパーティングライン131以外のパーティングライン132、133に接している。このような場合は、パーティングラインが製品形状の最外周で1つのループを形成するという条件が成り立たなくなる。そのため、確定したパーティングラインを修正する必要がある。

【0073】

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図26は、隣接エッジに中間のパーティングラインが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図11のステップS13の代わりに行われる処理である。なお、以下の処理は全てパーティングライン決定部10bによって行われる。

【S101】内角が最大のエッジの隣接エッジを検出する。

【S102】ステップS101で検出したエッジの中に最初のパーティングライン以外のパーティングラインが存在するかどうかを判断する。そのようなパーティングラインが存在しければステップS103に進み、そのようなパーティングラインが存在しなければステップS104に進む。

【S103】ユーザの指定を受け付け、決定しているパーティングラインを修正し、図11のステップS14以降の処理を実行する。

【S104】内角が最大の隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14以降の処理を実行する。

【0074】

これにより、パーティングラインの自動算出が失敗した場合においても、早い段階での失敗検出が可能となり、型設計作業の効率化を図ることができる。

次に、第7の応用例について説明する。第7の応用例は、パーティングラインの自動算出に失敗する別の場合の処理を定めたものである。パーティングラインの自動算出に失敗する場合には、第6の応用例で説明した場合のほかに、パーティングラインとパーティングラインと交差してしまう場合がある。

【0075】

図27は、パーティングラインが交差した場合の例を示す図である。この図では、最初のパーティングライン141からパーティングライン142～144の順で、各パーティングラインが確定した場合を想定している。ここで、パーティングライン144に接するエッジから選ばれたパーティングライン145が以前に確定している他のパーティングライン142と交差している。このような場合、パーティングラインが製品形状の最外周で1つのループを形成するという条件が成り立たなくなる。そのため、確定したパーティングラインを修正する必要がある。

【0076】

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図28は、パーティングラインが交差する場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図11のステップS13に代えて行われる処理である。なお、以下の処理は全てパーティングライン決定部10bbによって行われる。

〔S111〕内角が最大のエッジとすでに確定しているパーティングラインとの間に交点があるが否かを判断する。交点があれば、パーティングラインが交差していることになる。そこで、交点がある場合にはステップS112に進み、交点がない場合にはステップS113に進む。

〔S112〕交差しているパーティングラインが存在した場合、ユーザ指定によりパーティングラインを修正し、図11のステップS14以降の処理を実行する。

〔S113〕交点が無ければ、内角が最大のエッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14以降の処理を実行する。

【0077】

これにより、パーティングラインの自動算出が失敗した場合においても、早い

段階での失敗検出が可能となり、型設計作業の効率化を図ることができる。

次に、第8の応用例について説明する。第8の応用例は、アンダーカット部が存在する場合の処理を定めたものである。前述のような処理を行うことによりパーティングラインの決定が可能であるが、アンダーカット部ではパーティングラインの判定を誤ってしまう。すなわち、アンダーカット部ではスライドコアを用いる必要があるため、パーティングラインの算出においても、スライドコアに関する情報を加味してパーティングラインを決定しなければならない。

【0078】

図29は、アンダーカット部がある場合のパーティングラインの判断例を示す図である。この製品形状150には、ひさしの部分151と、棚状の部分152とがある。これらは、Z軸の方向に金型を開く場合には必ずアンダーカットとなってしまう。従って、上記の例に沿ってパーティングラインを求め、図の太線で示したようなパーティングライン153を決定しても、棚状の部分152においてアンダーカットとなる。このようなアンダーカット部を含む場合、スライドコアが設計される。

【0079】

図30は、スライドコアを示す図である。製品形状150に対応して作成されたスライドコア160には、アンダーカットとなる棚状の部分152と同じ形状の窪み部161が設けられている。そして、製品を成形した際には、金型がZ軸方向の上下に開かれると同時に、スライドコア160がX軸方向にスライドされる。このようなスライドコア160を用いることでアンダーカットを避けることができる。

【0080】

スライドコアは、型設計の初期段階で確定する。従って、パーティングラインを決定する際にスライドコアに関する情報を考慮すれば、パーティングライン自動算出処理の精度が向上する。

【0081】

図31は、スライドコアを考慮した場合のパーティングラインを示す図である。図に示したように、スライドコア160の形状を考慮に入れた場合、パーティ

ングライン 154 は、スライドコア 160 のエッジを含めた最外周に決定される。

【0082】

スライドコアを含めたパーティングラインの決定処理を行う場合、平面投影部 10ba に対して、製品形状の 3 次元データとともに、スライドコアの 3 次元データを渡す。すると、平面投影部 10ba は、製品形状とスライドコアとを合致させた状態の 3 次元データに基づいて、3 次元データを構成する各エッジを 2 次元座標へ投影する。このようにして生成された 2 次元のデータに基づいて、パーティングラインの決定処理が行われる。

【0083】

パーティングライン決定処理の手順を以下に示す。

図 32 は、スライドコアを考慮した場合の隣接エッジ検出処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、前述の処理手順における隣接エッジ検出処理（図 11 のステップ S5, S14, 図 19 のステップ S52、及び図 29 のステップ S92）に代えて行われる処理である。なお、この処理は全てパーティングライン決定部 10bb によって行われる。

【S121】パーティングラインに隣接するエッジを検出する。

【S122】ステップ S121 で検出されたエッジの中に、スライドコアのエッジが存在するか否かを判断する。スライドコアのエッジが存在する場合にはステップ S123 に進み、そうでない場合には処理を終了する。

【S123】ステップ S121 においてスライドコアのエッジが検出された場合、検出されたエッジのグループにそのスライドコアのエッジを含める。

【0084】

この処理が終了したら、前述の各フローチャートにおける隣接エッジ検出処理以降の処理が実行される。

このように、スライドコアのエッジの形状を含めてパーティングラインを決定することで、アンダーカット部を考慮した的確なパーティングラインを算出できる。これにより、製品形状にかかわらず、効率のよい型設計作業を実現できる。

【0085】

ところで、パーティングラインをユーザに選択させる場合は、パーティングラインの候補となるエッジを表示装置の画面上に示し、ユーザの選択を簡単にすることができる。

【0086】

図33は、パーティングライン選択要求時の表示画面を示す図である。本発明の設計機能を実現するCADプログラムのウィンドウ170には、製品形状表示画面171とパーティングライン編集用ツールボックス172が設けられている。製品形状表示画面171内には、製品の3次元形状が表示されている。その3次元形状の中で、すでに確定しているパーティングライン171aは、太線で表示され、他のエッジと区別されている。そして、パーティングラインの候補となるエッジ171b、171c上には矢印が表示されている。ユーザは矢印が表示されているエッジ171b、171cの中からパーティングラインとして適当と思われるエッジを指定すればよい。

【0087】

このように、3次元で表された製品形状の上に、パーティングラインの候補となるエッジを提示することにより、ユーザによるパーティングラインの指定を迅速に且つ的確に行うことができる。

【0088】

なお、上記の処理内容は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムに記述しておくことができる。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理がコンピュータで実現される。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気記録装置や半導体メモリ等がある。市場に流通させる場合には、CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory)やフロッピーディスク等の可搬型記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、ネットワークを介して接続されたコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを通じて他のコンピュータに転送することもできる。コンピュータで実行する際には、コンピュータ内のハードディスク装置等にプログラムを格納しておき、メインメモリにロードして実行する。

【0089】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の型設計システムでは、3次元図形データで表される製品形状のエッジを金型開き方向に垂直な面に投影し、投影された図形上において、確定したパーティングラインとの間の内角が最大となる隣接エッジを順次パーティングラインとして決定していくようにしたため、型のパーティングラインを自動的に求め出すことができる。これにより、型の設計作業の効率化が実現でき、ミスの低減も図ることができる。

【0090】

また、本発明の型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体では、記録された型設計プログラムをコンピュータに実行させることにより、コンピュータを用いて型のパーティングラインを自動的に求め出すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の原理構成図である。

【図2】

本発明を実施するためのCADシステムのハードウェア構成図である。

【図3】

CADシステムの処理機能を示すブロック図である。

【図4】

3次元CADデータの1面のデータ構造を示す図である。

【図5】

3次元CADデータのデータ間の関連を示す図である。

【図6】

2次元データのデータ構造を示す図である。

【図7】

3次元CADデータの例を示す図である。

【図8】

平面に投影された製品形状データを示す図である。

【図 9】

パーティングライン端点において求められる接線を示す図である。

【図 10】

内角の比較方法について説明する図である。

【図 11】

パーティングライン決定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 12】

最初のパーティングラインの決定方法を示す図である。

【図 13】

最初のパーティングラインを算出する処理のフローチャートである。

【図 14】

隣接エッジに交点がある場合の状況を示す図である。

【図 15】

複数の交点がある場合の状況を示す図である。

【図 16】

多数の交点がある場合の 3 次元形状を示す図である。

【図 17】

交点が複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 18】

隣接エッジの内角が等しくなった場合の状況を説明する図である。

【図 19】

内角が最大となる隣接エッジが複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 20】

隣接エッジの長さの比較状況を示す図である。

【図 21】

隣接エッジの長さを比較する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 22】

ユーザ指定が必要なパーティングラインの例を示す図である。

【図 23】

金型開き方向に平行な隣接エッジが存在する場合の例を示す図である。

【図 24】

金型開き方向に平行な隣接エッジが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 25】

最初のパーティング以外のパーティングラインに接続した場合の例を示す図である。

【図 26】

隣接エッジに中間のパーティングラインが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 27】

パーティングラインが交差した場合の例を示す図である。

【図 28】

パーティングラインが交差する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 29】

アンダーカット部がある場合のパーティングラインの判断例を示す図である。

【図 30】

スライドコアを示す図である。

【図 31】

スライドコアを考慮した場合のパーティングラインを示す図である。

【図 32】

スライドコアを考慮した場合の隣接エッジ検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 33】

パーティングライン選択要求時の表示画面を示す図である。

【図 34】

製品の CAD データの例を示す図である。

【図 35】

金型の例を示す図である。

【図 3 6】

アンダーカット部分を有する製品の 3 次元 CAD データの例を示す図である。

【図 3 7】

スライドコアを用いた金型の例を示す図である。

【図 3 8】

2 次元で表示された製品形状を示す図である。

【図 3 9】

図 3 8 の製品形状の右下部分を Y 軸方向から見た場合の矢視図である。

【図 4 0】

3 次元で表示される製品形状を示す図である。

【図 4 1】

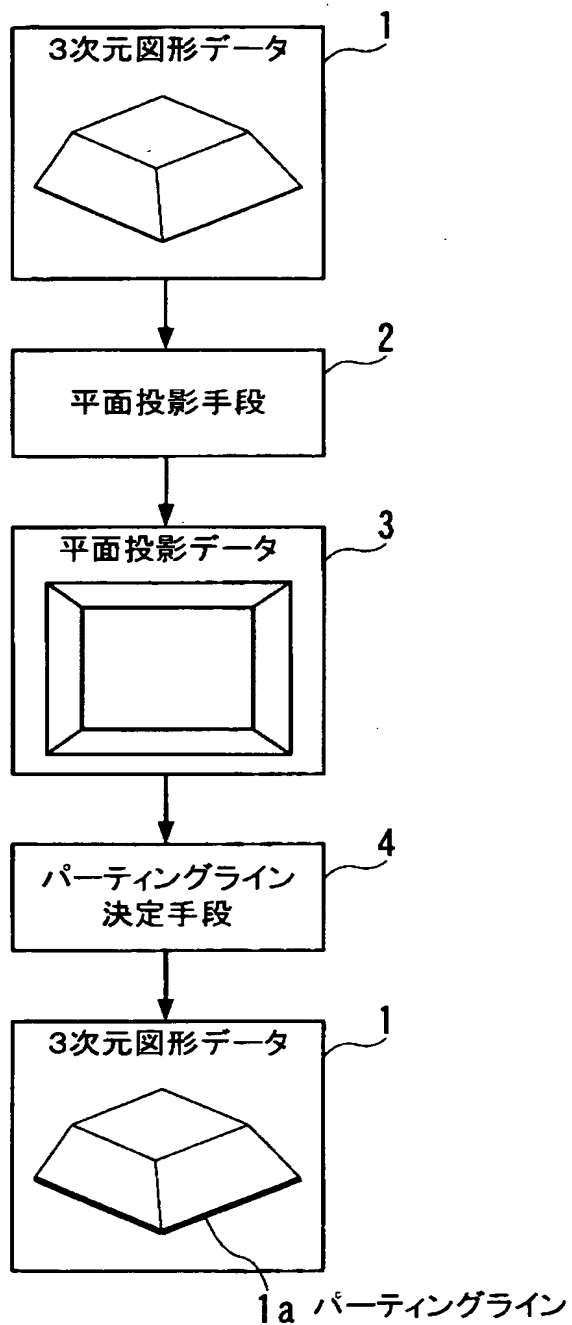
図 4 0 の製品形状の一部拡大図である。

【符号の説明】

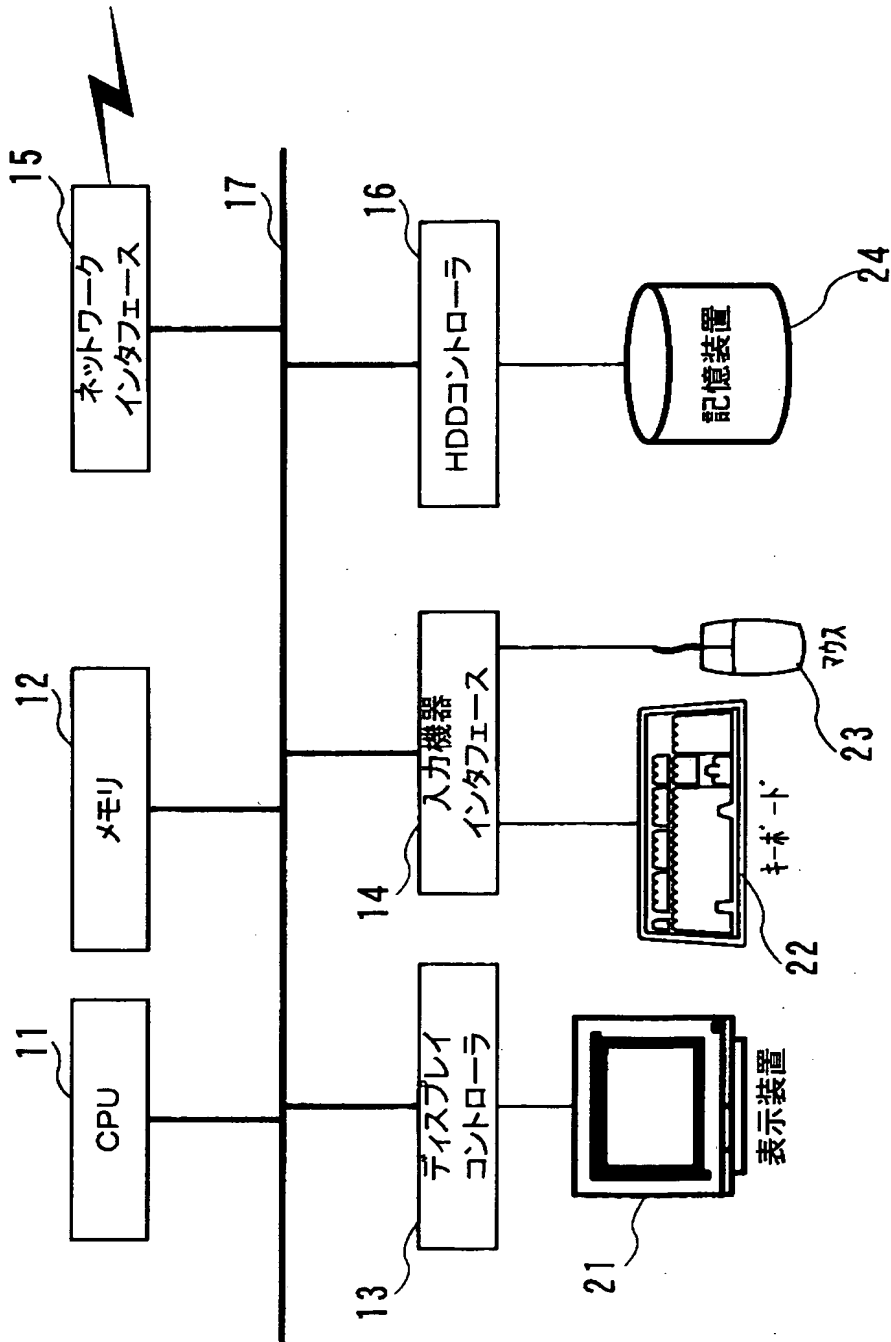
- 1 3 次元図形データ
- 1 a パーティンングライン
- 2 平面投影手段
- 3 平面投影データ
- 4 パーティンングライン決定手段

【書類名】 図面

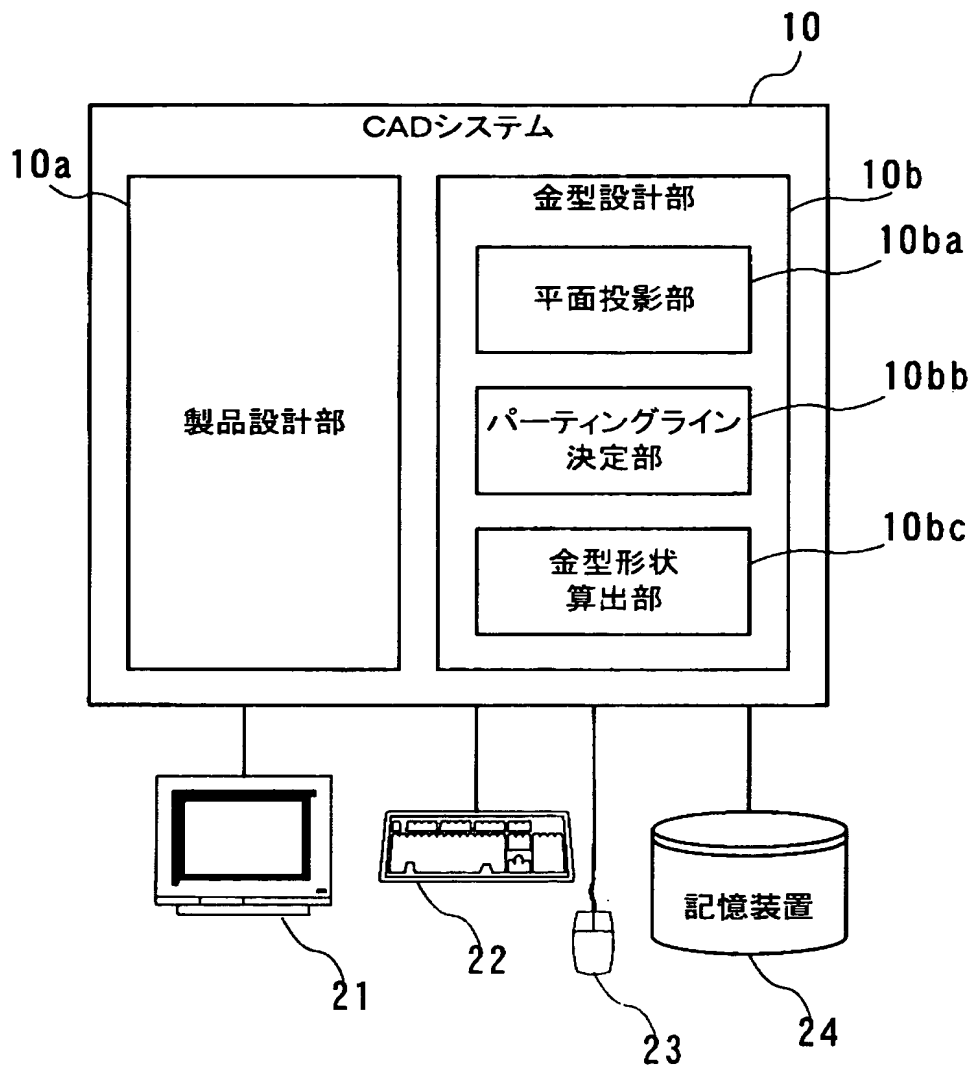
【図 1】



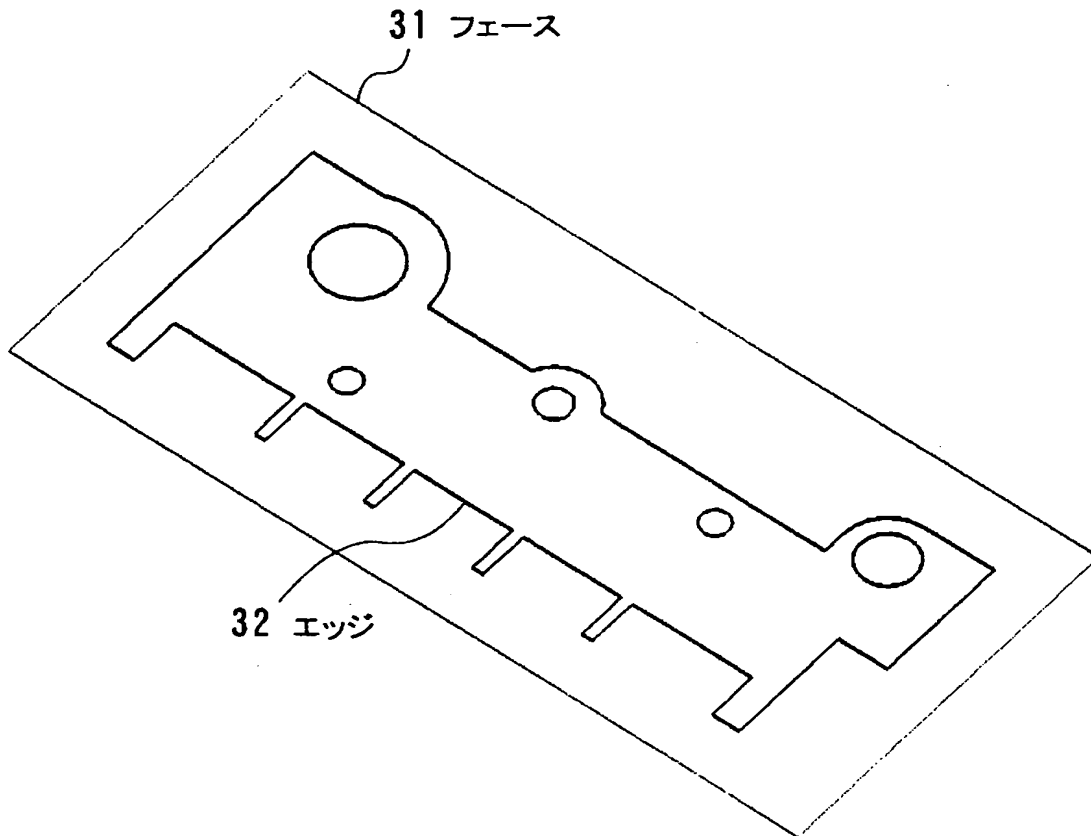
【図 2】



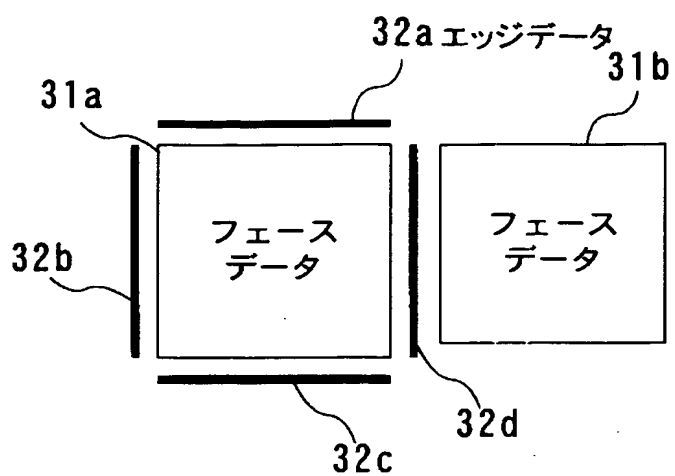
【図 3】



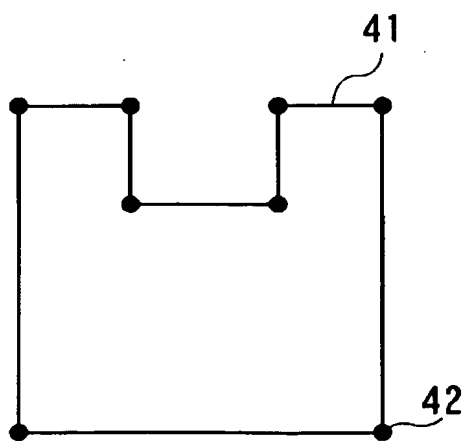
【図 4】



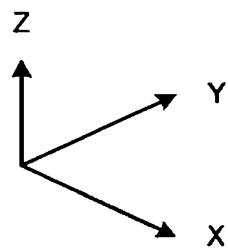
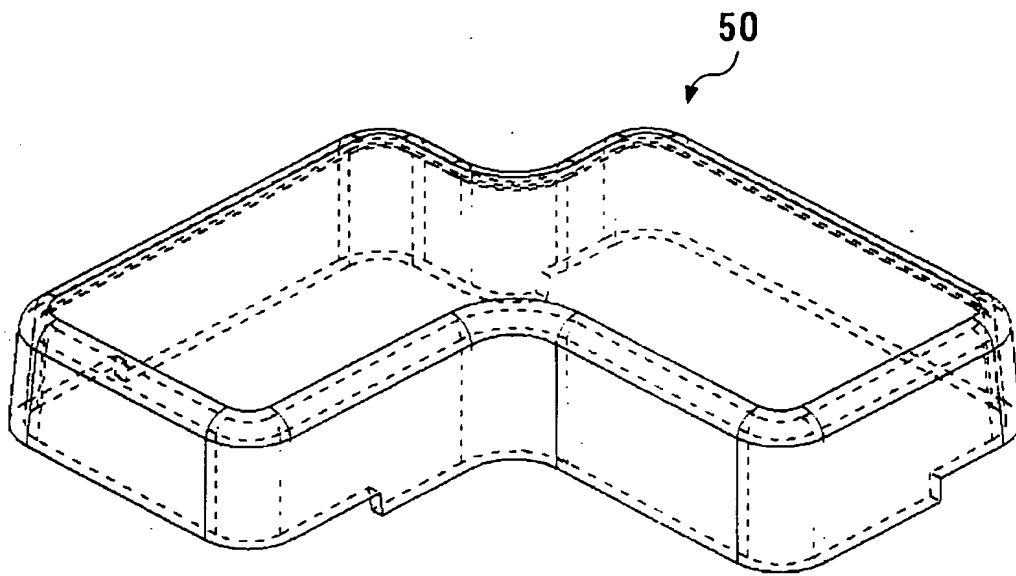
【図 5】



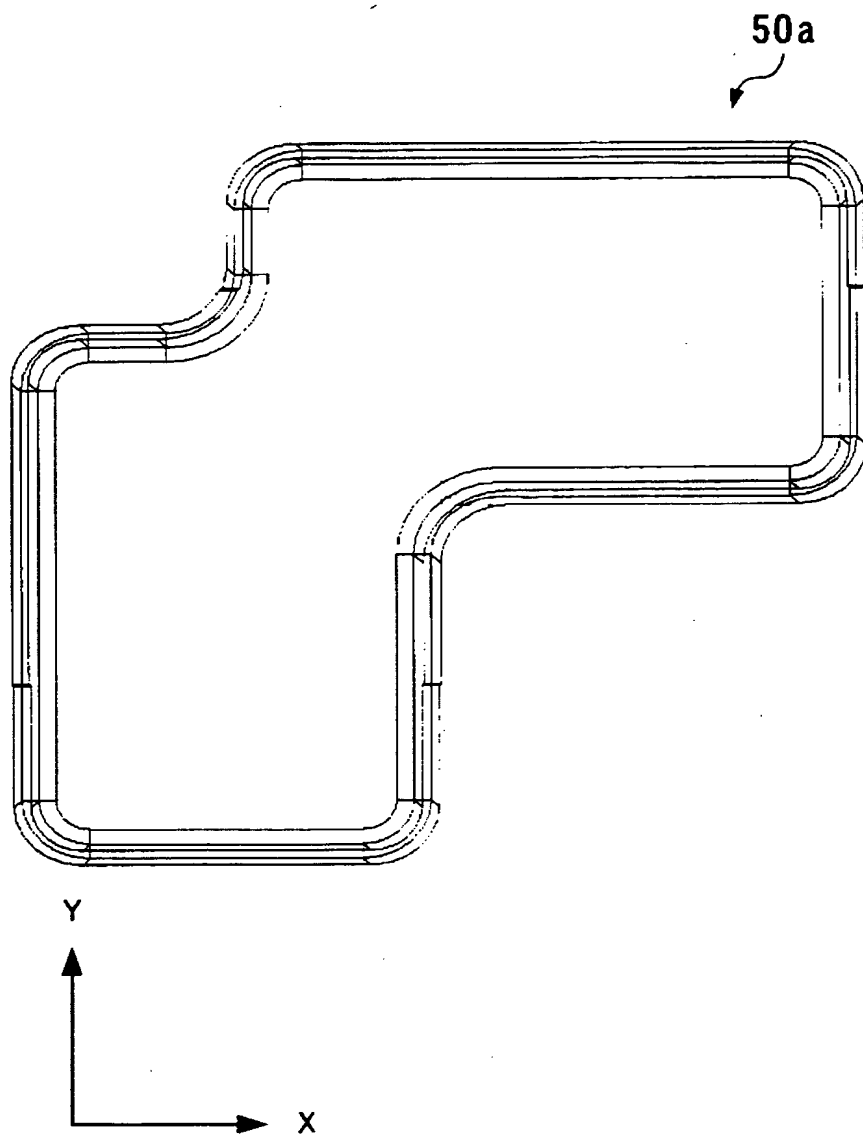
【図 6】



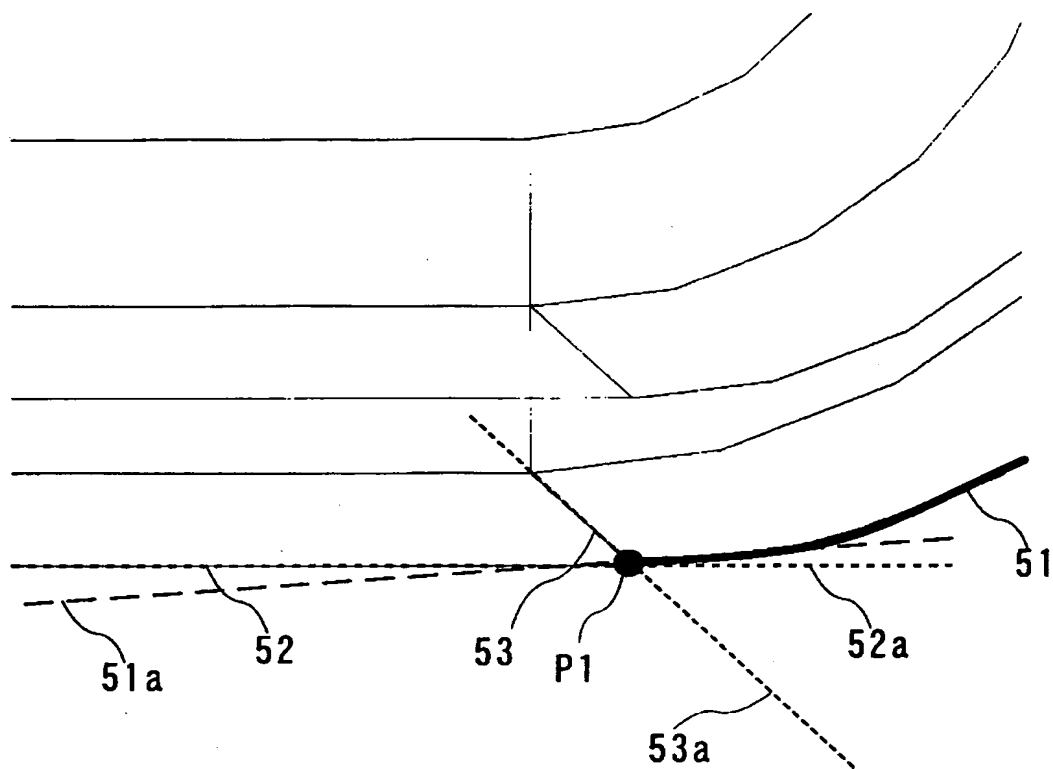
【図 7】



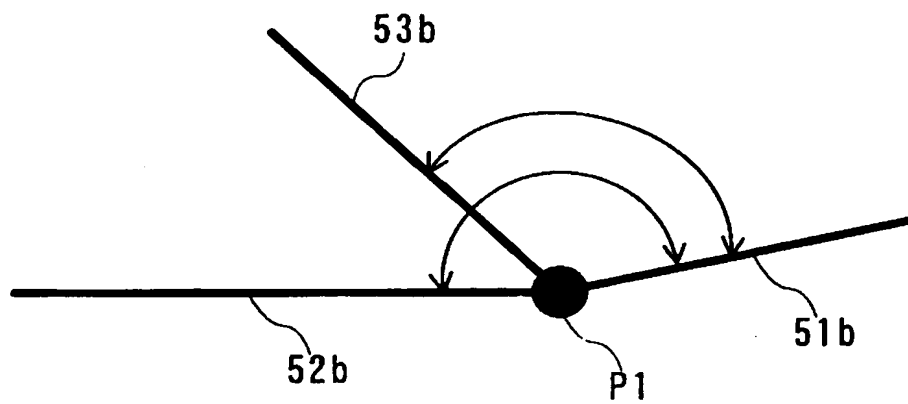
【図8】



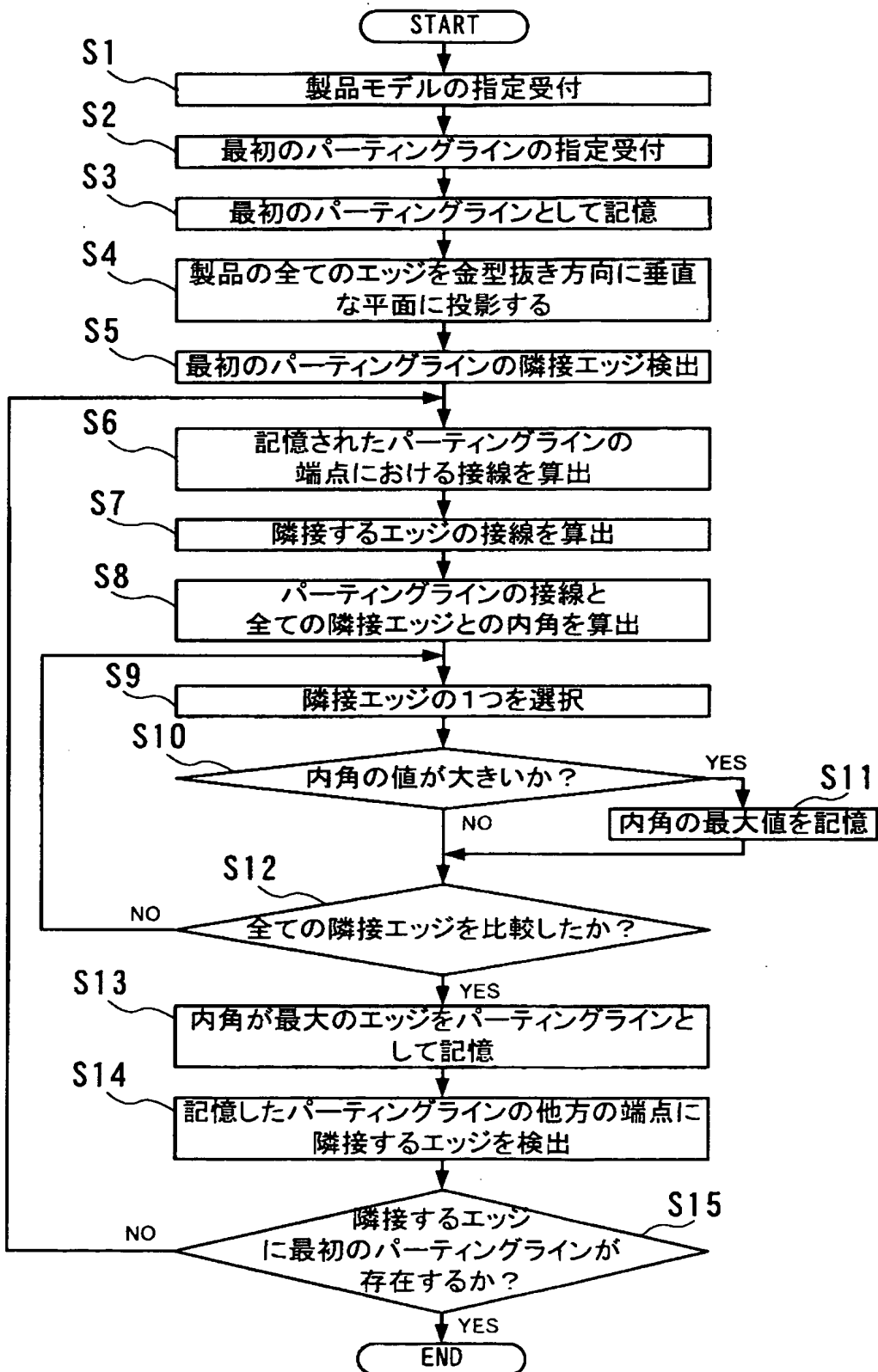
【図 9】



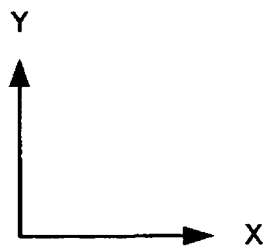
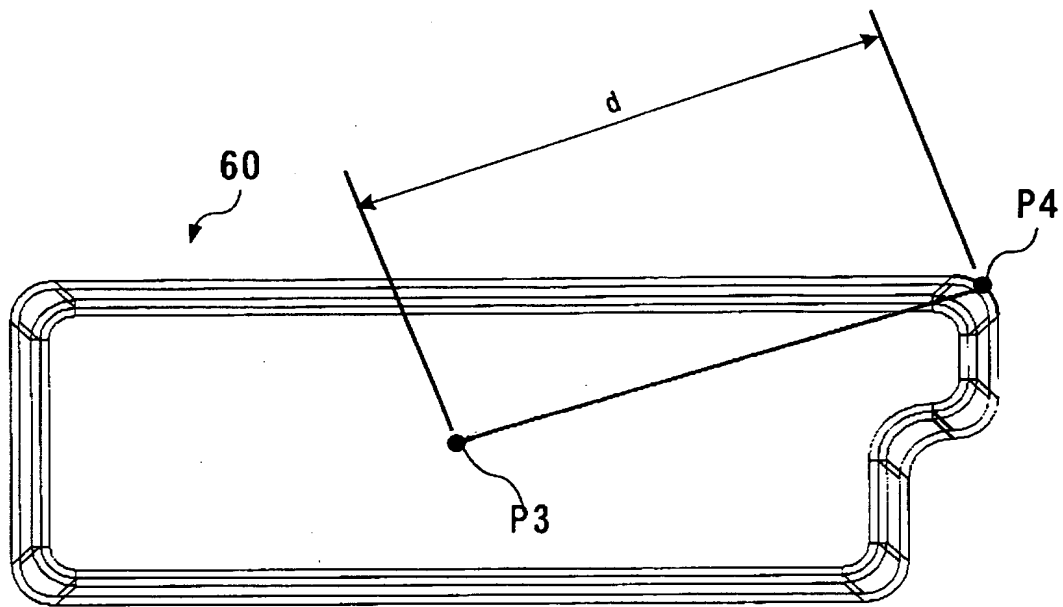
【図 10】



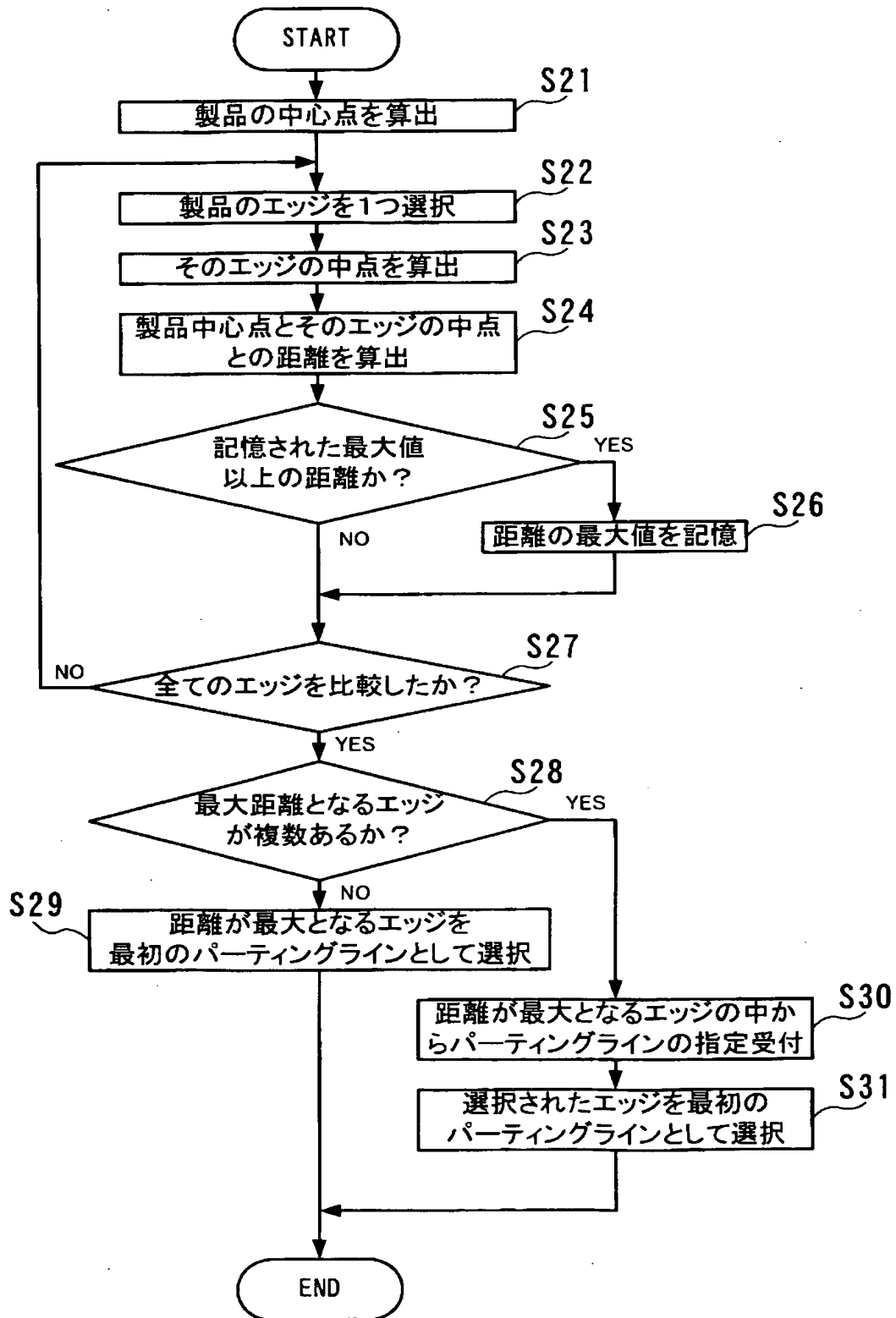
【図 11】



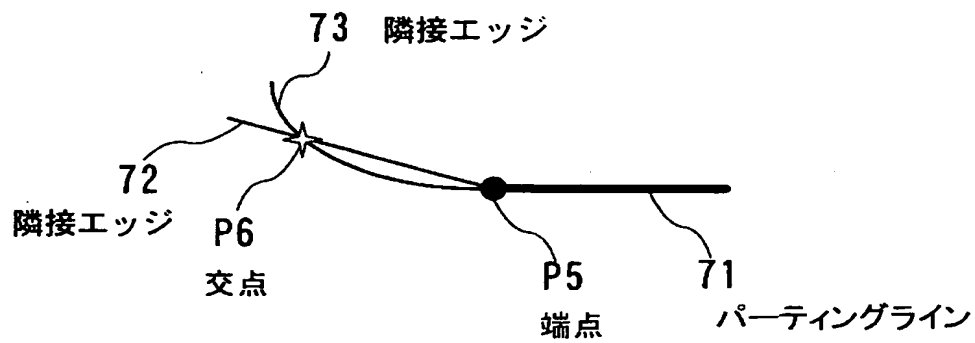
【図 1 2】



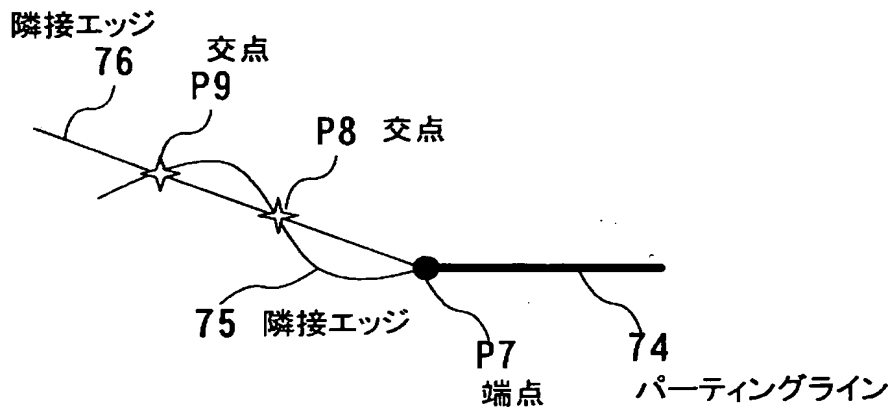
【図 13】



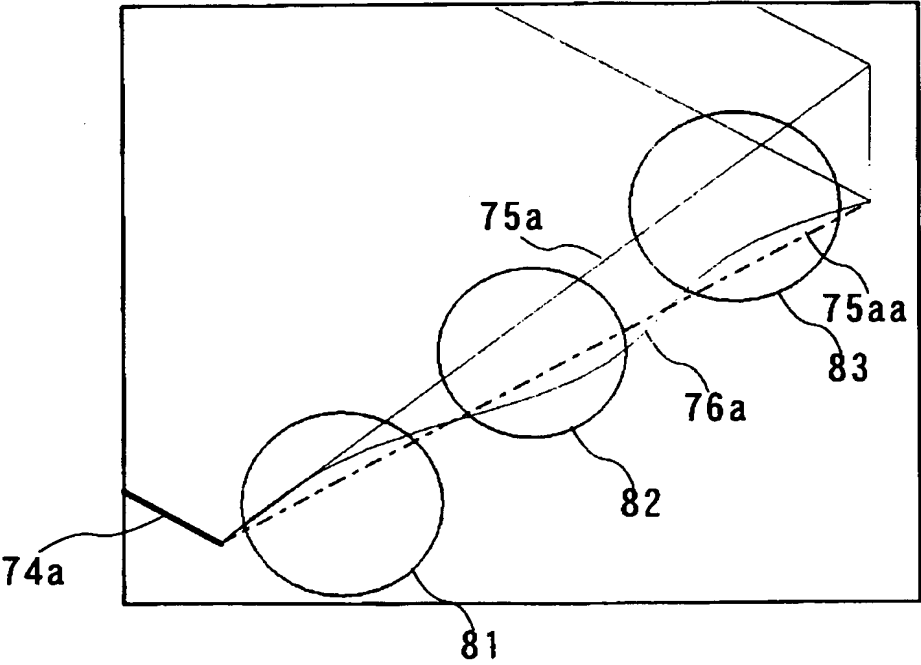
【図 14】



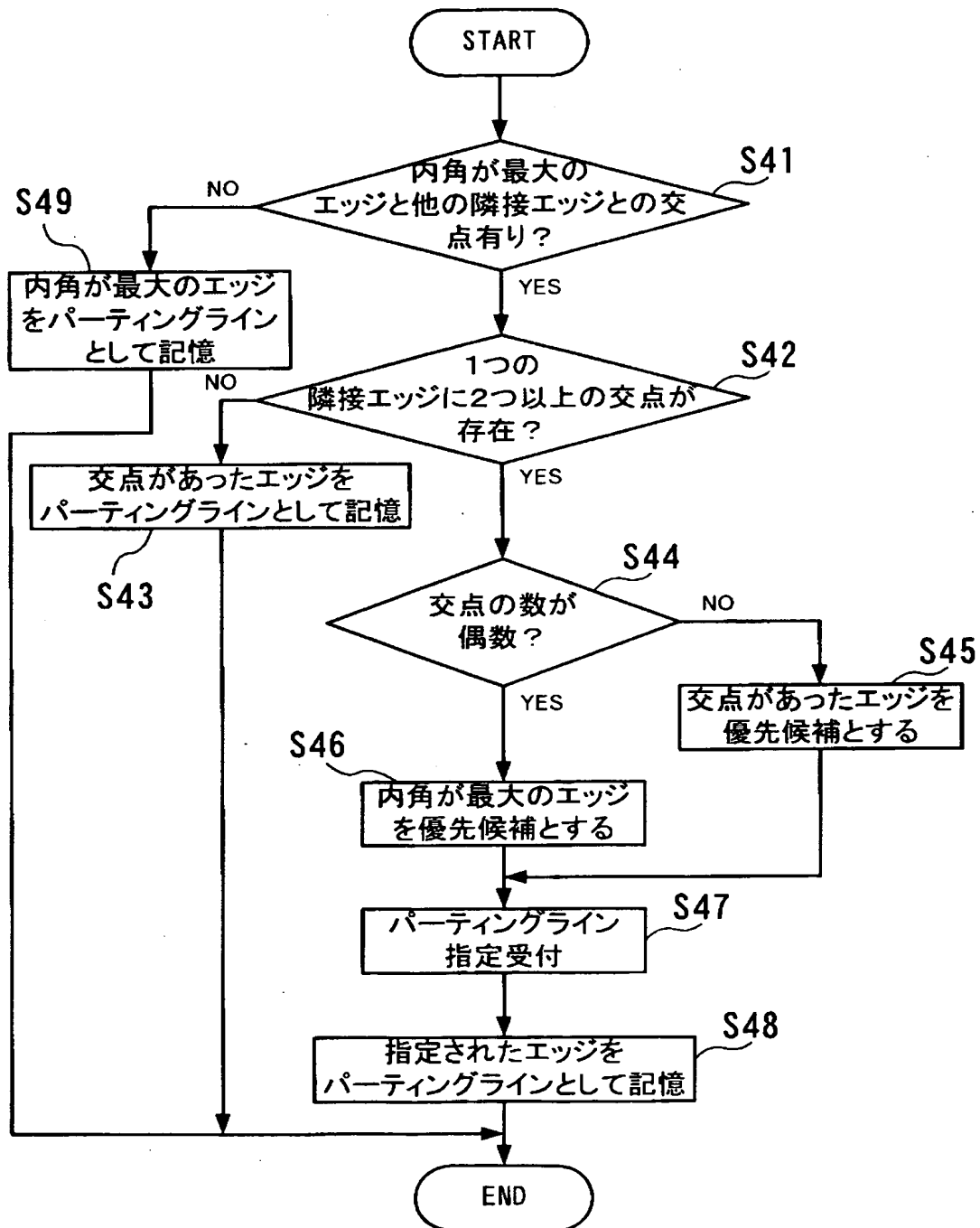
【図 15】



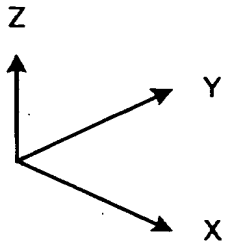
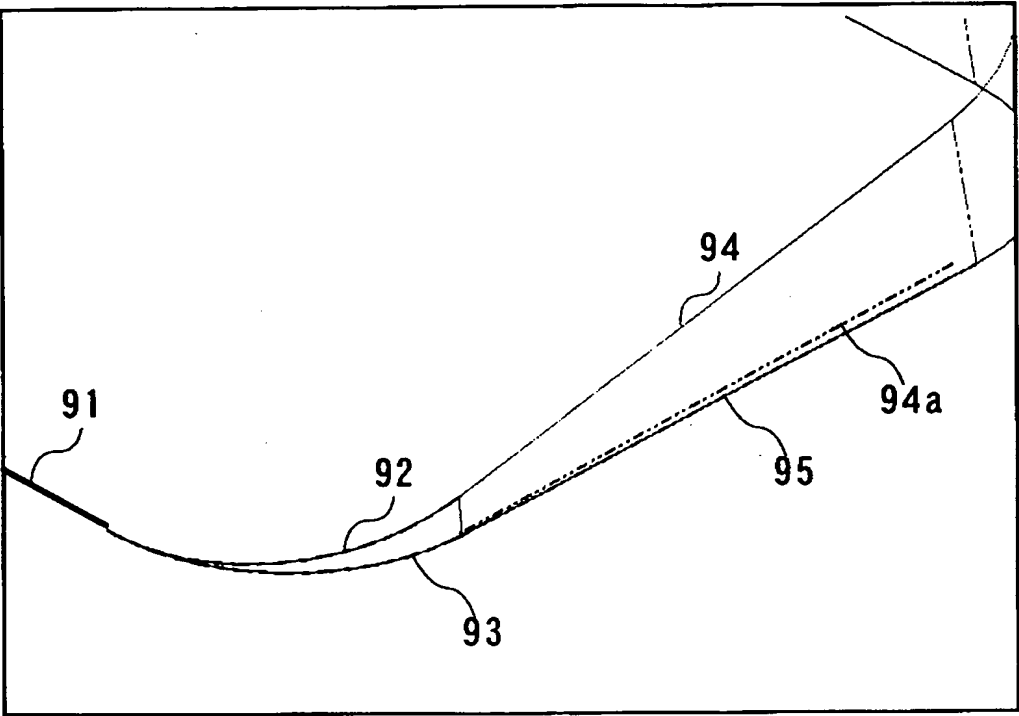
【図 16】



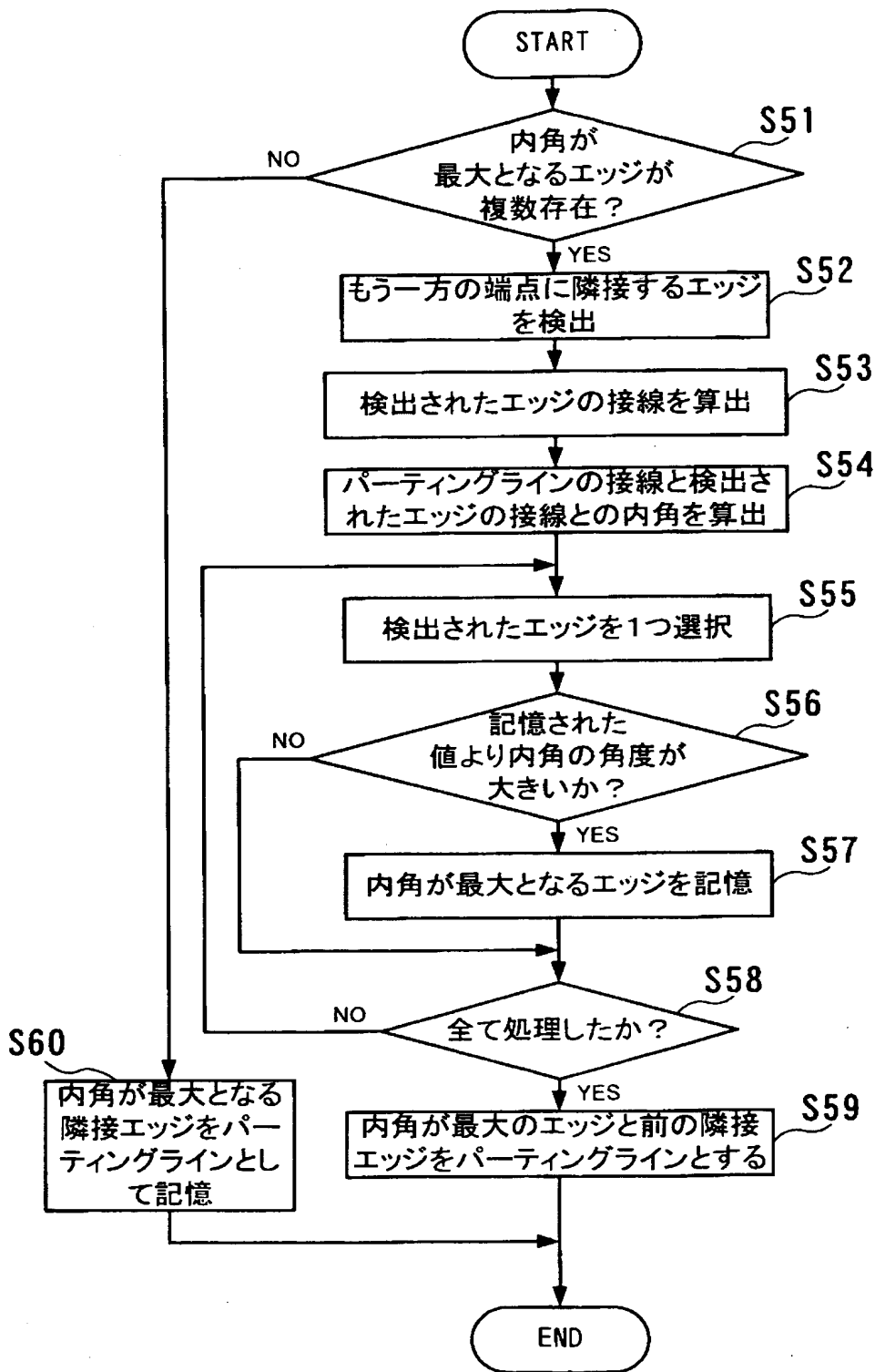
【図 1-7】



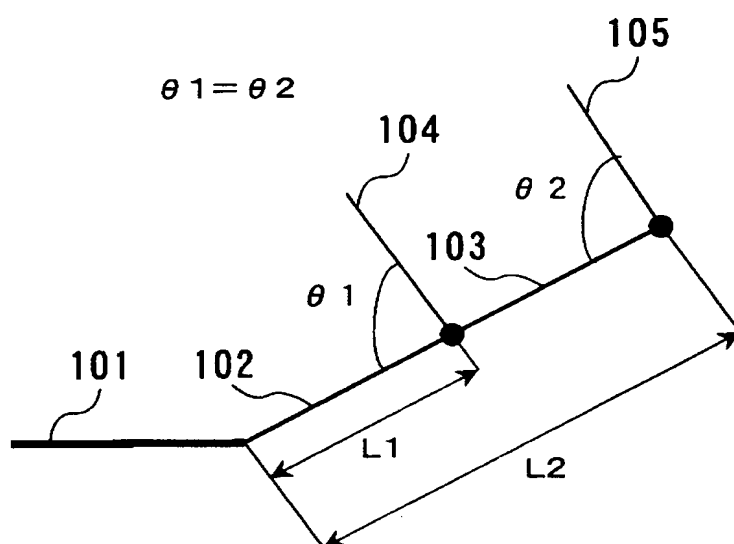
【図 18】



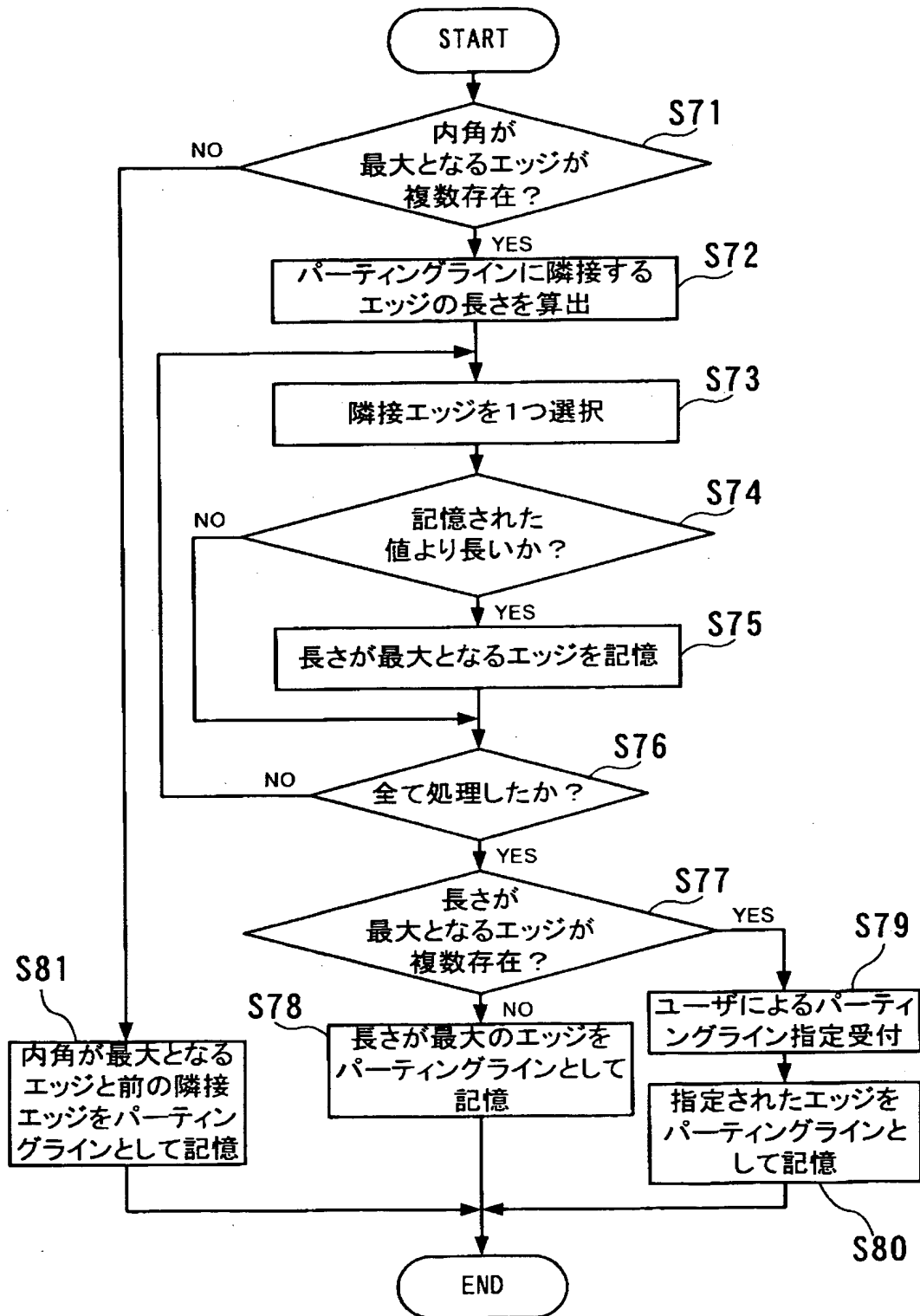
【図 19】



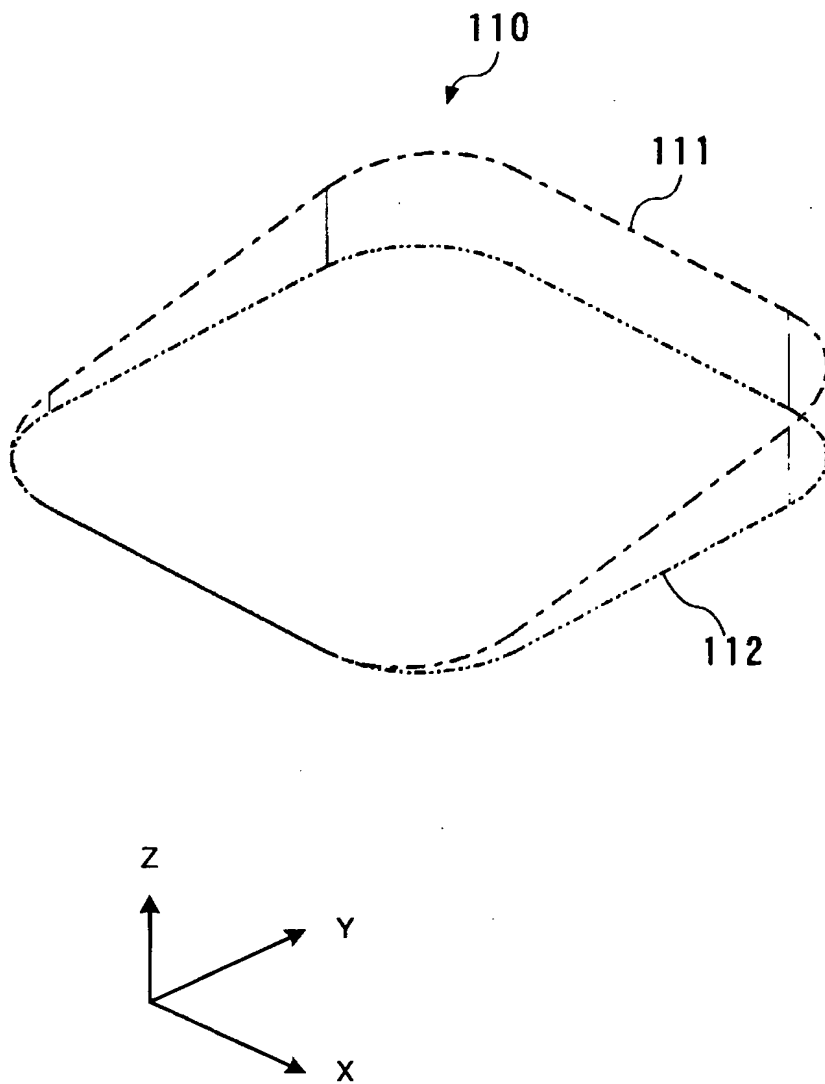
【図 2 0】



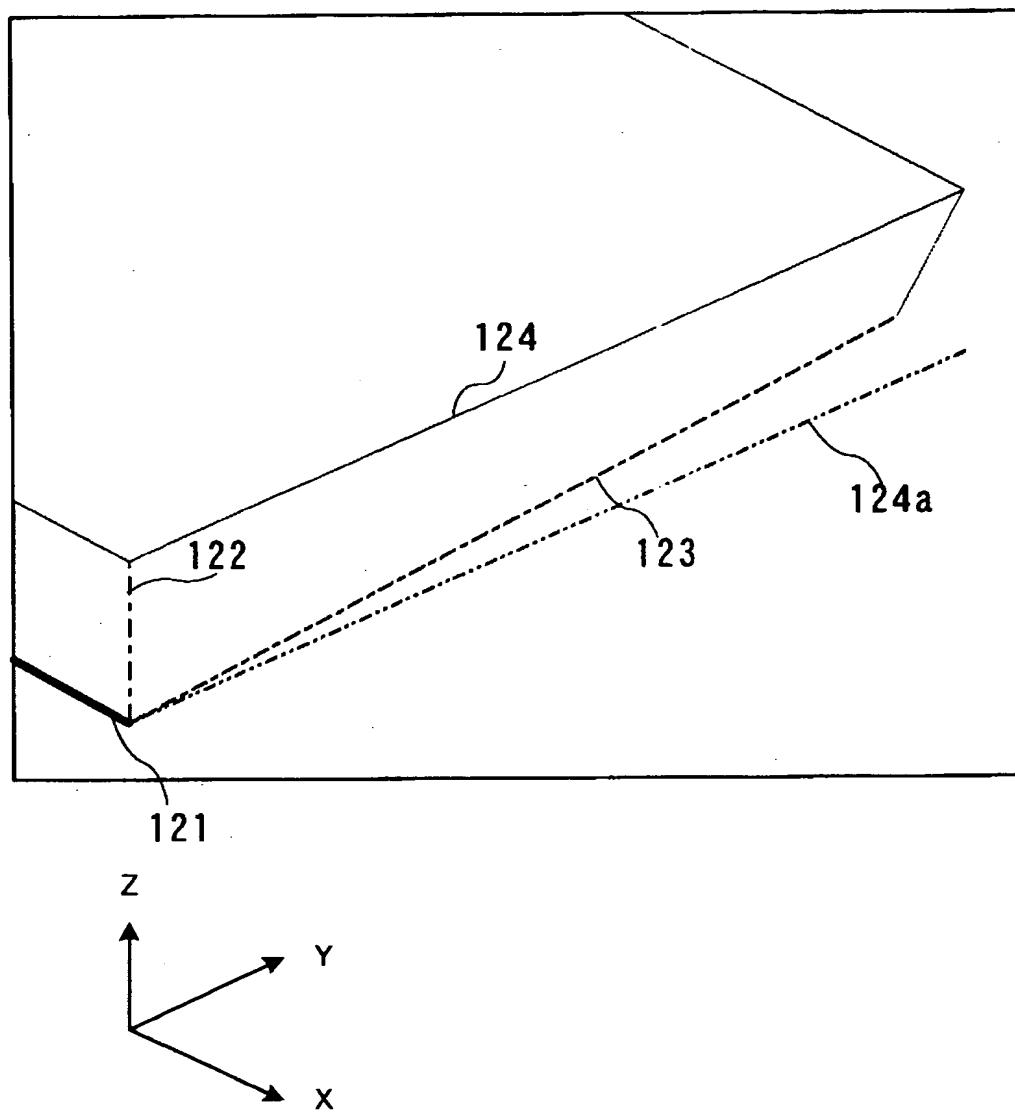
【図 21】



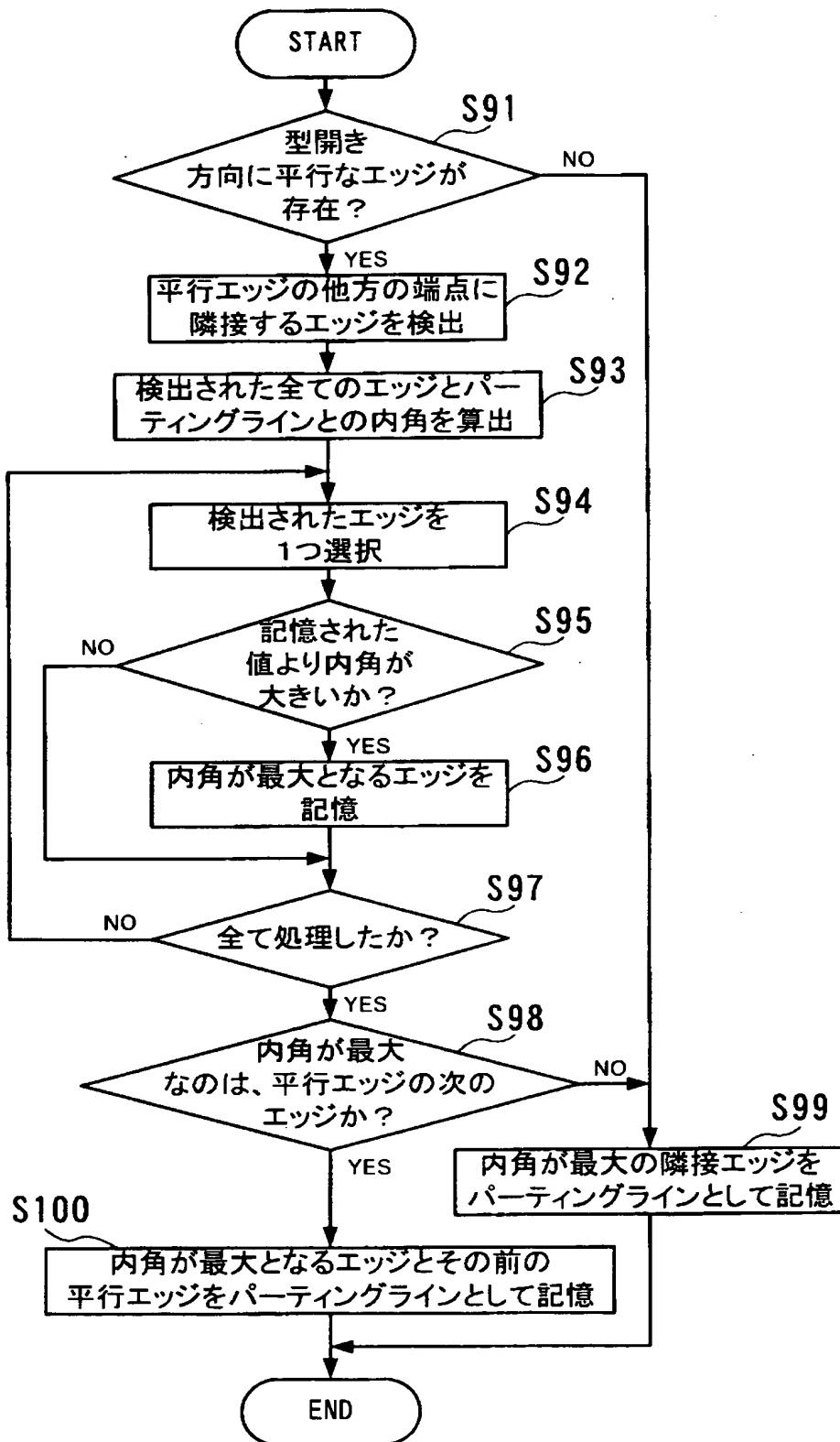
【図 22】



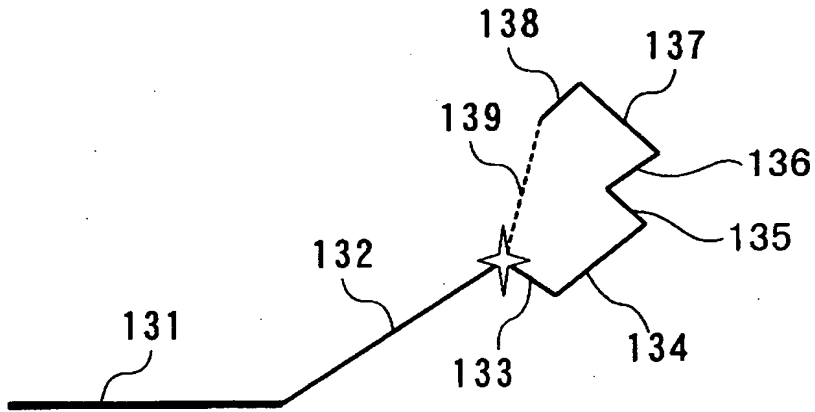
【図 23】



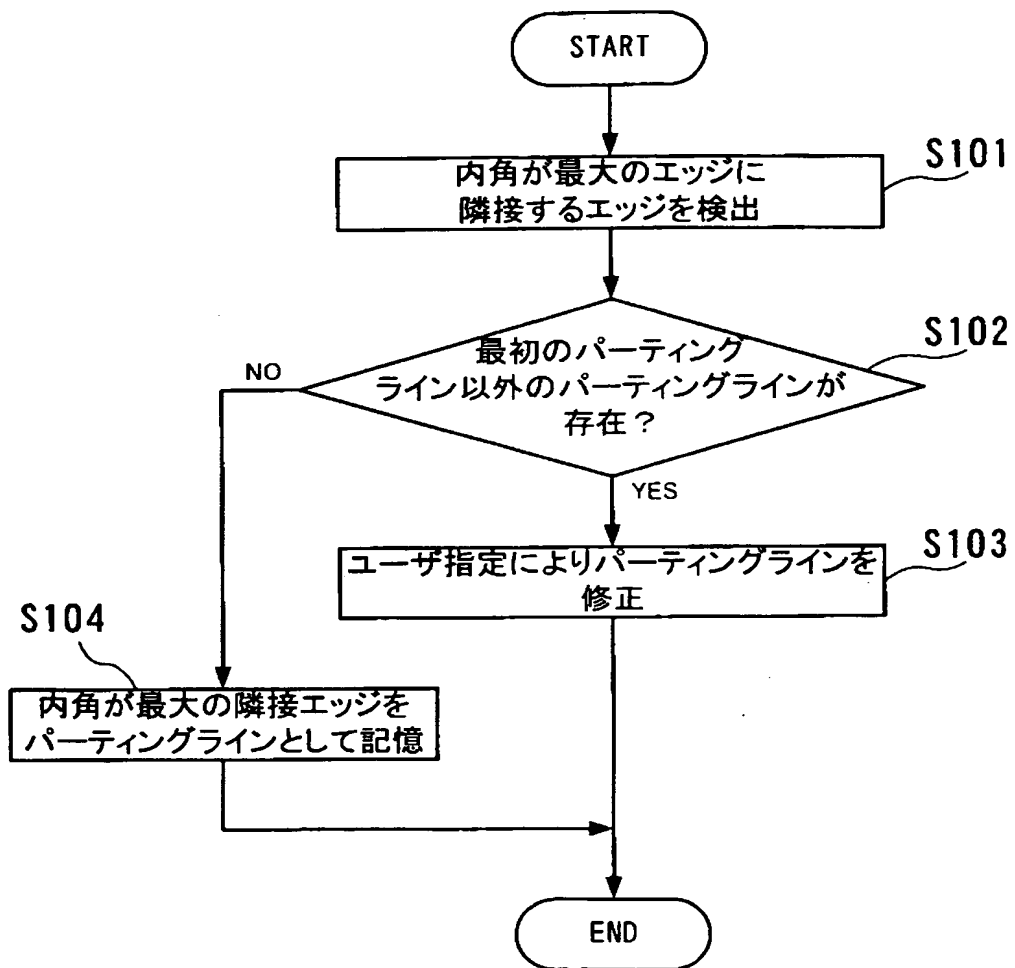
【図 24】



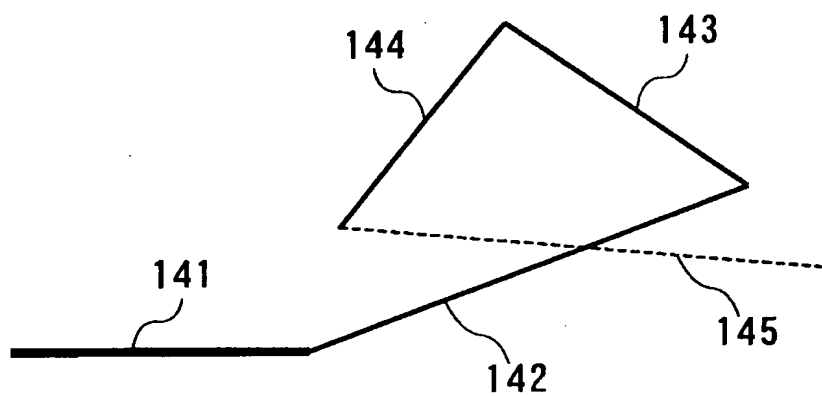
【図 25】



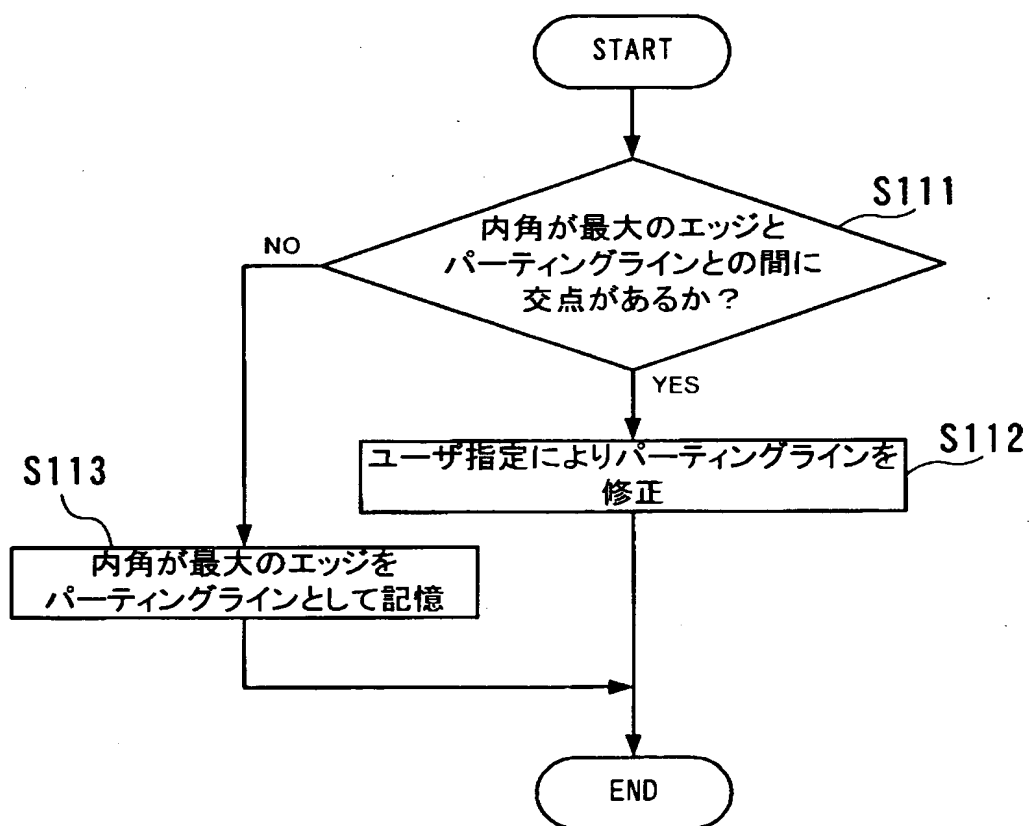
【図 26】



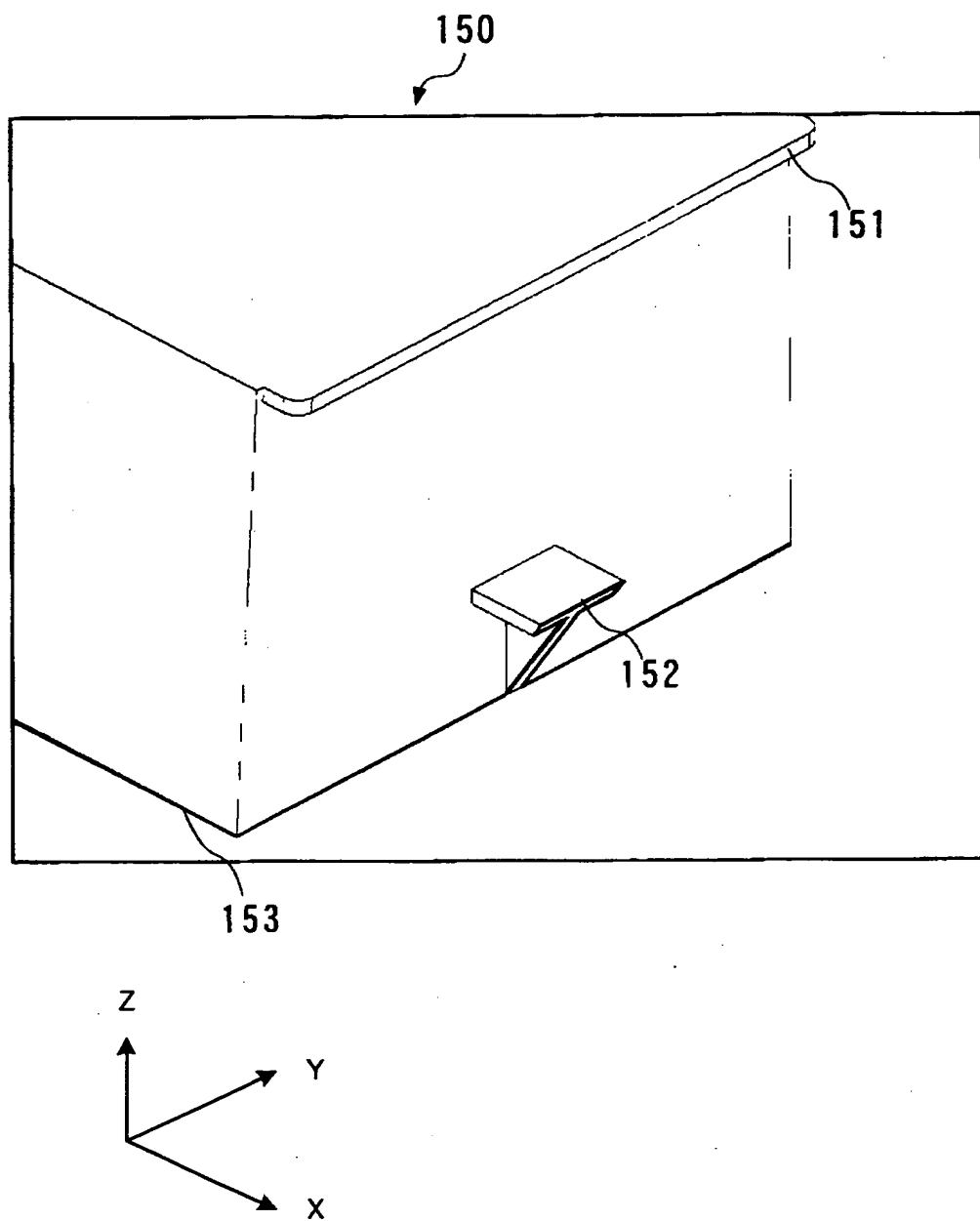
【図 27】



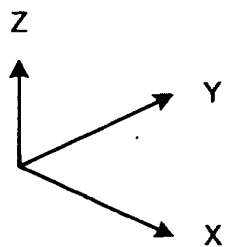
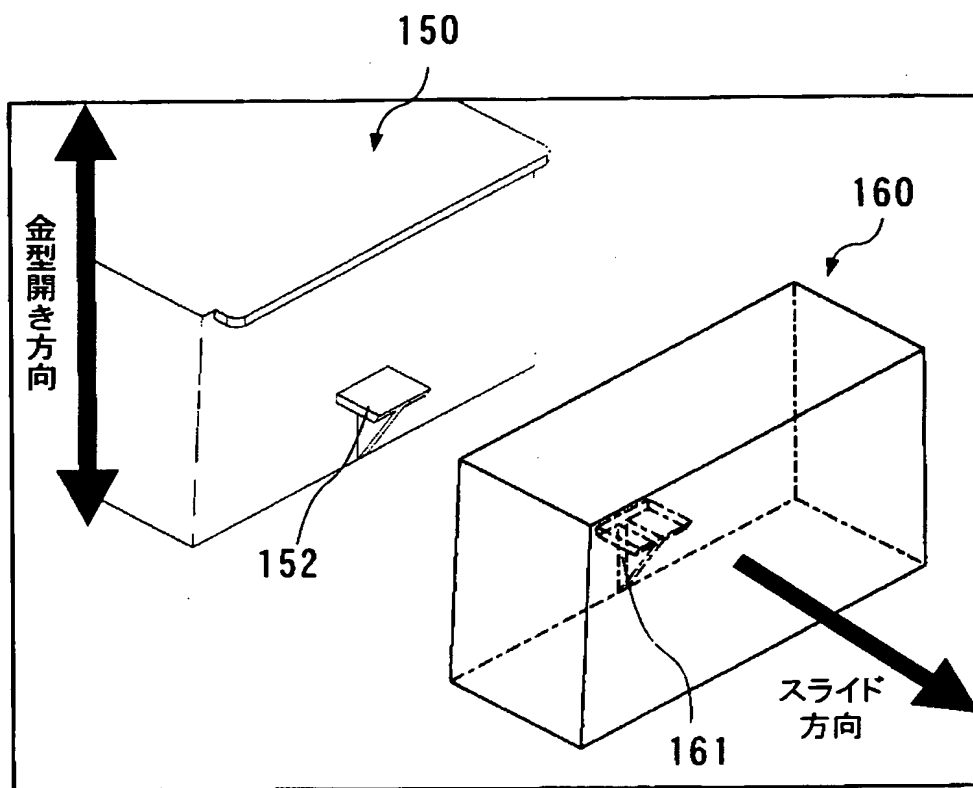
【図 28】



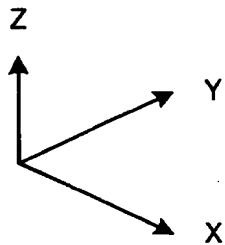
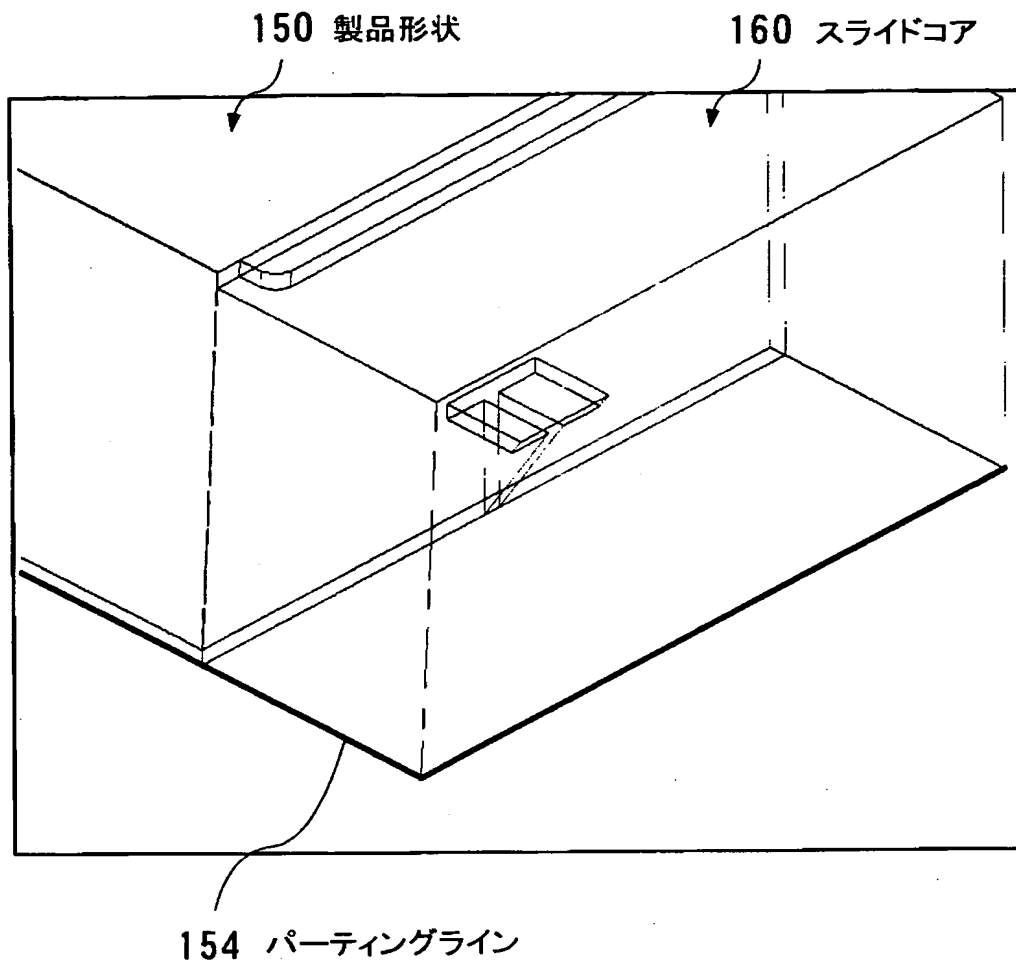
【図 29】



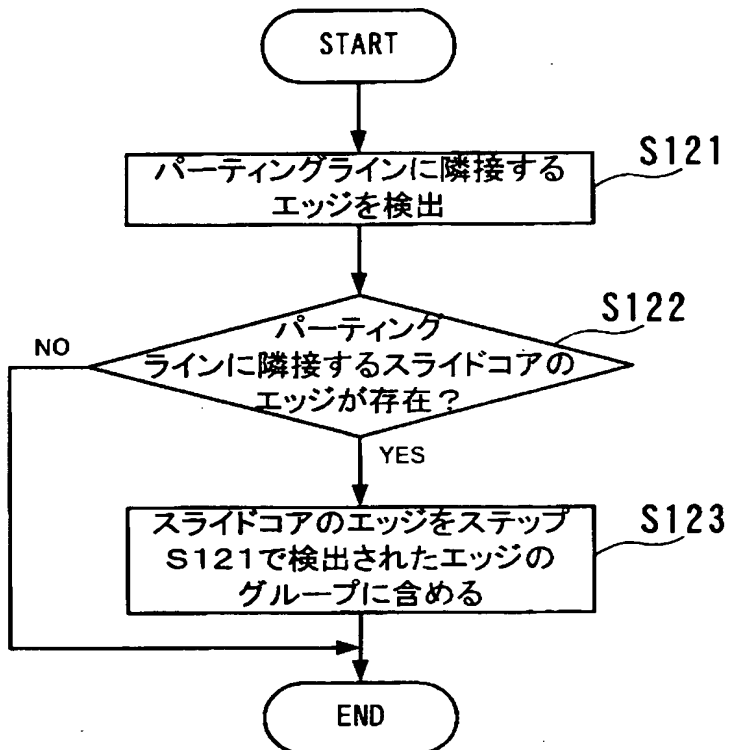
【図 30】



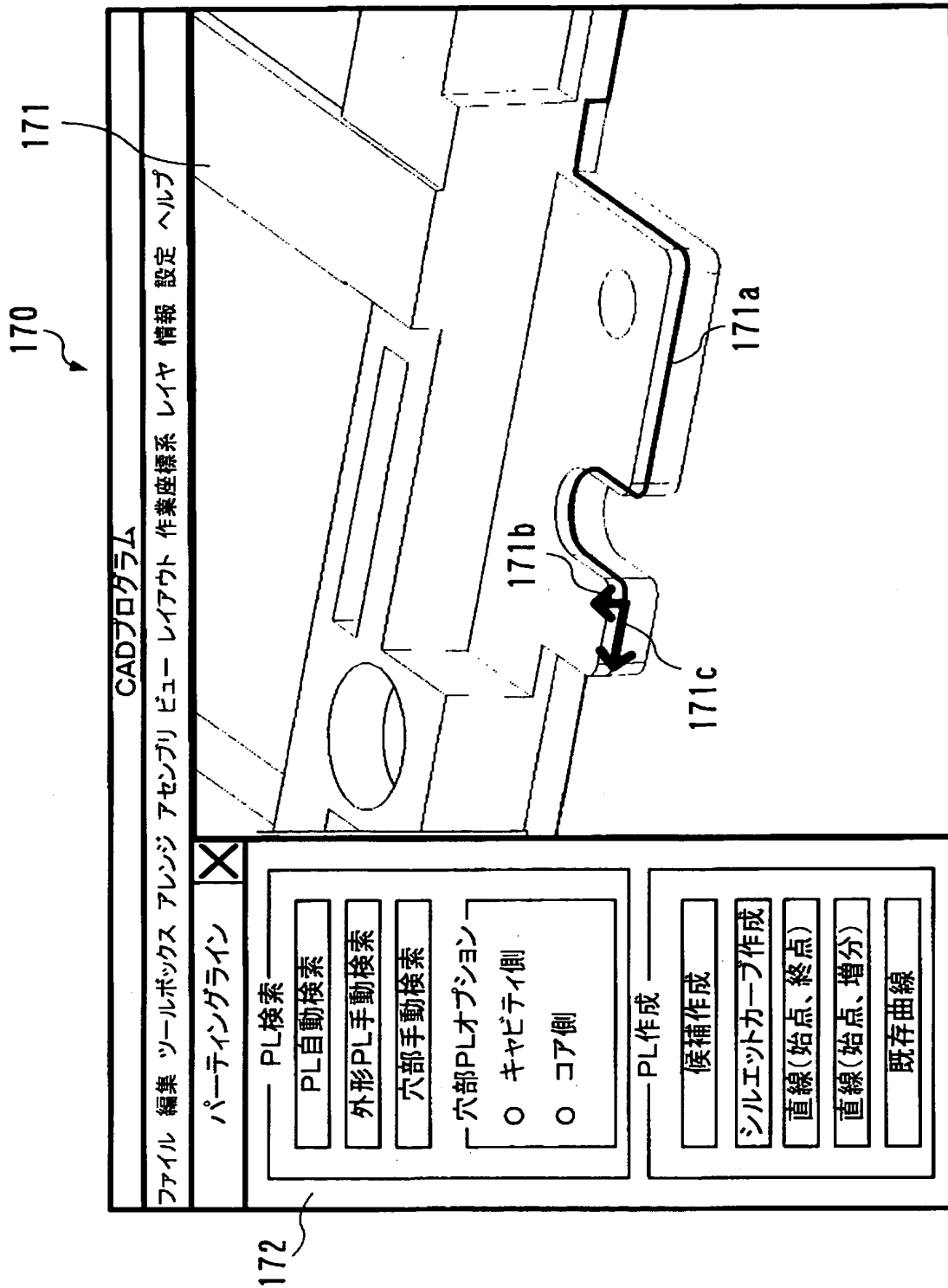
【図 31】



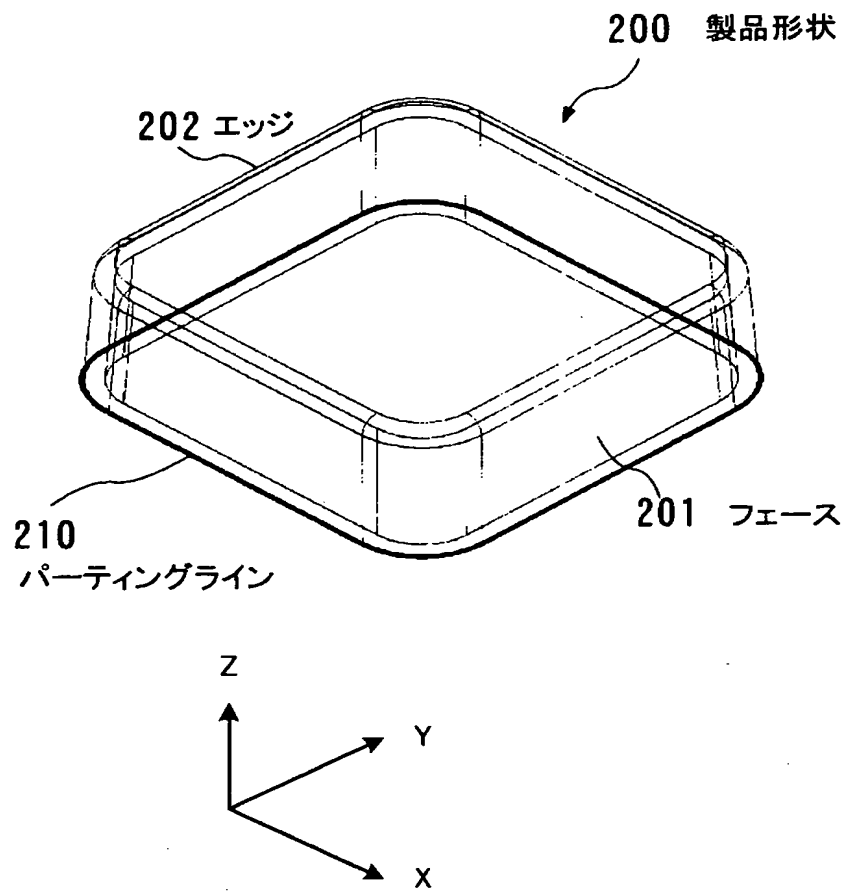
【図 32】



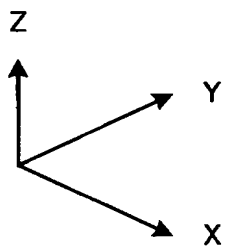
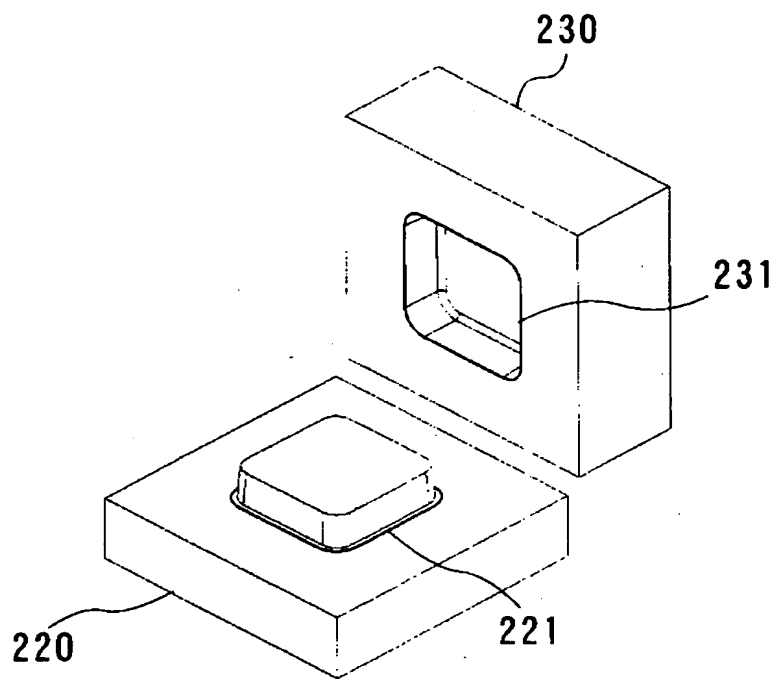
【図 3 3】



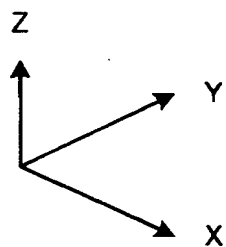
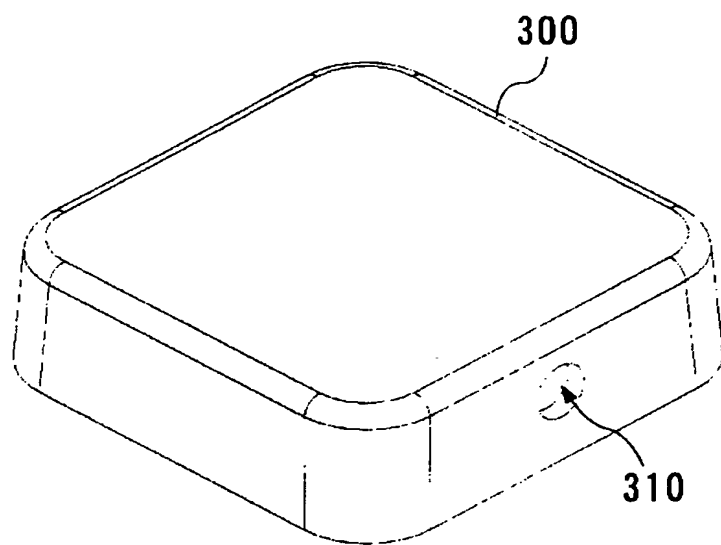
【図 34】



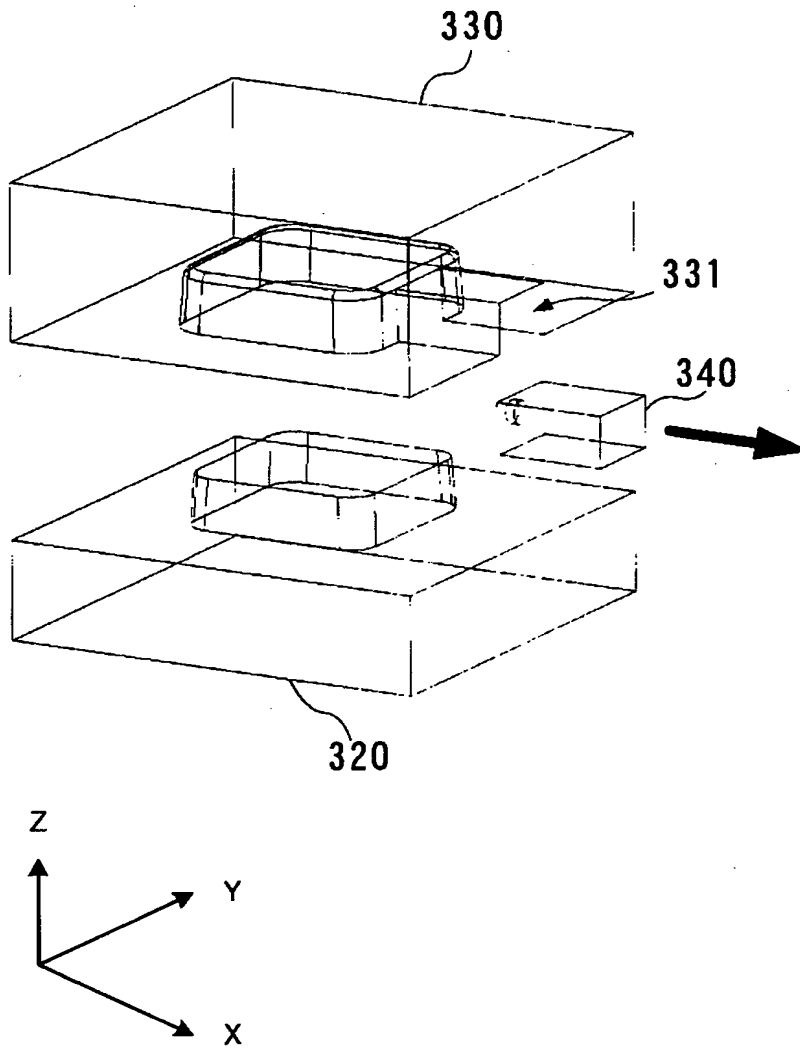
【図 35】



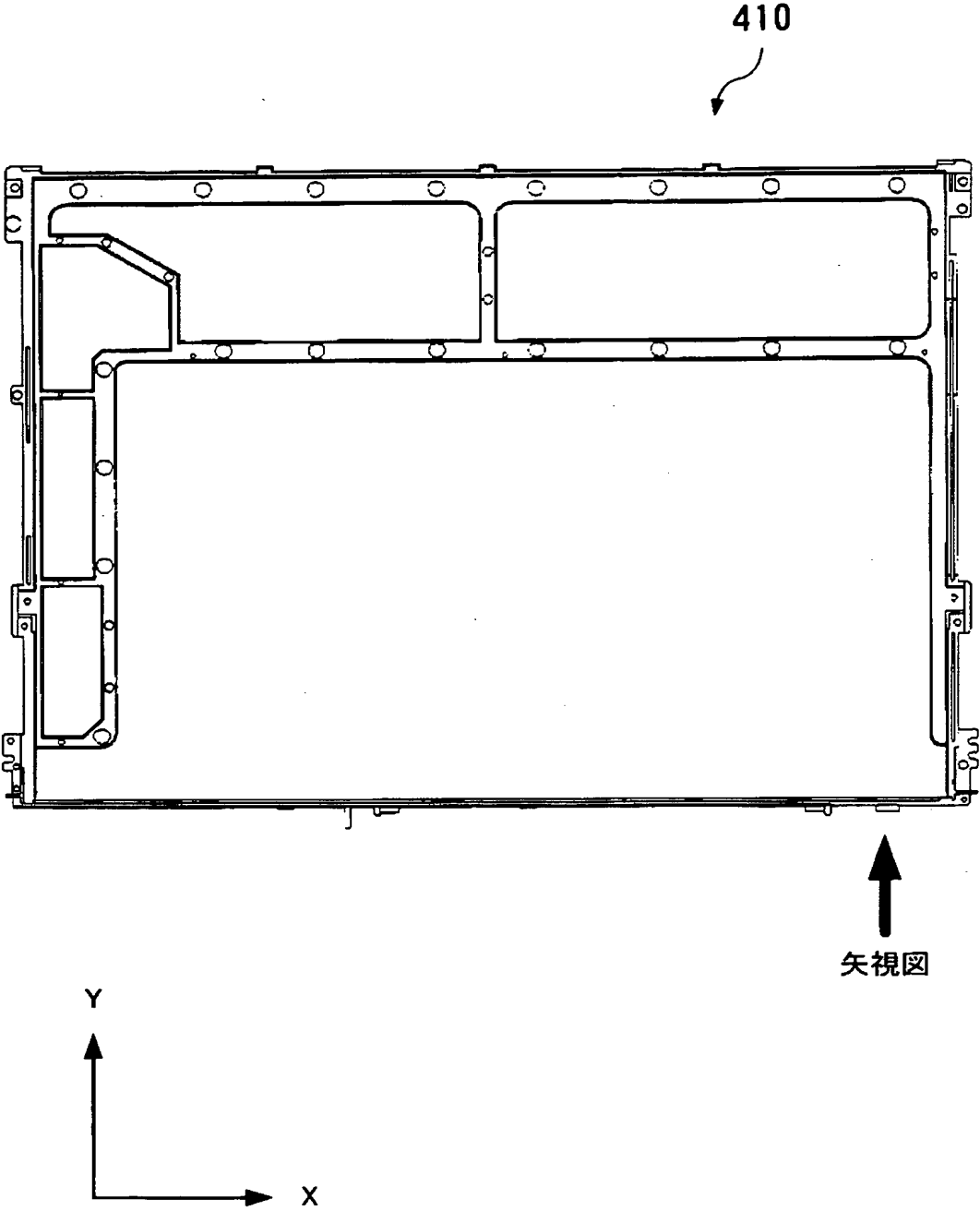
【図 3 6】



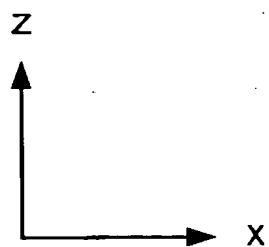
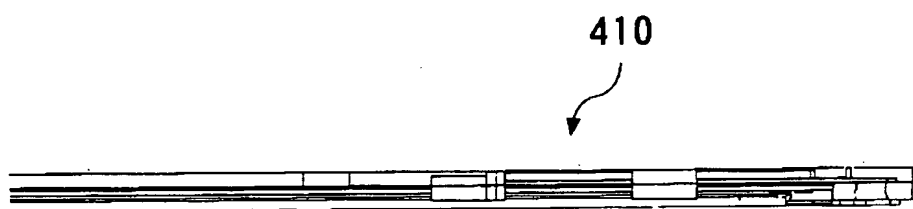
【図 37】



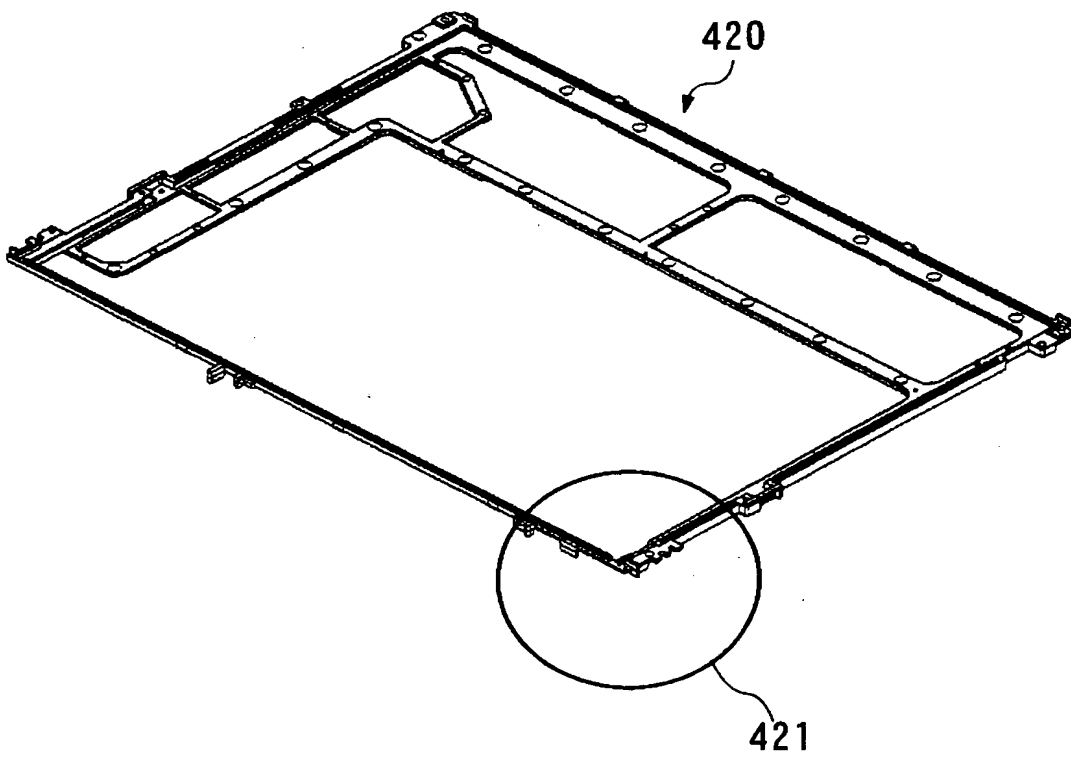
【図 38】



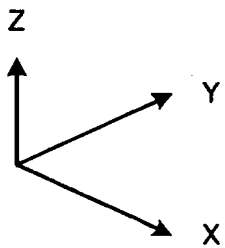
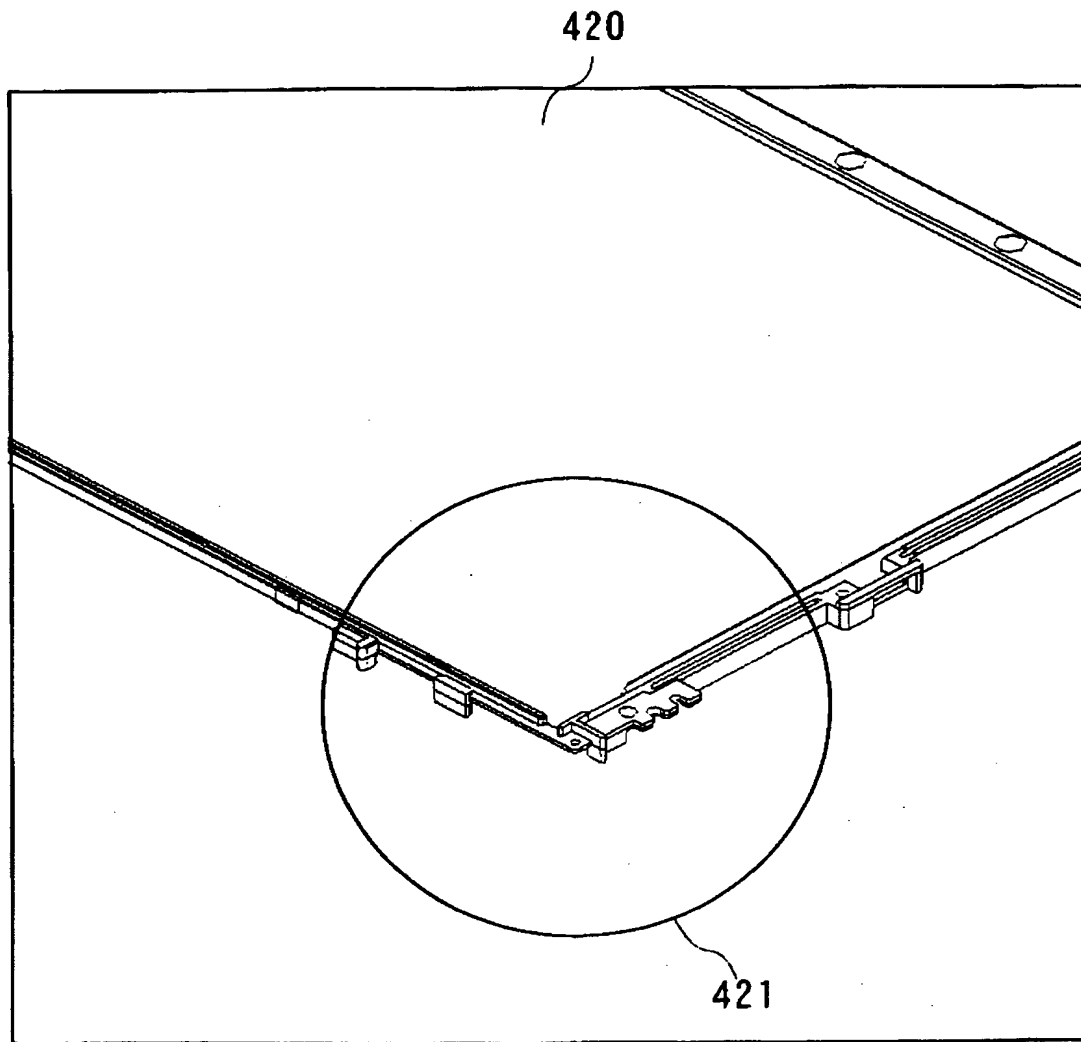
【図 3 9】



【図 40】



【図 4 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 的確なパーティングラインを迅速に決定することができるようにする

【解決手段】 平面投影手段 2 は、3 次元図形データ 1 で表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影し、平面投影データ 3 を作成する。パーティングライン決定手段 4 は、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジを順次パーティングラインとして決定していく。これにより、3 次元図形データ 1 で表現された製品形状を成形するための型のパーティングライン 1 a が決定される。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100092152
【住所又は居所】 東京都八王子市東町9番8号 八王子東邦生命ビル
服部特許事務所
【氏名又は名称】 服部 毅巖

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社